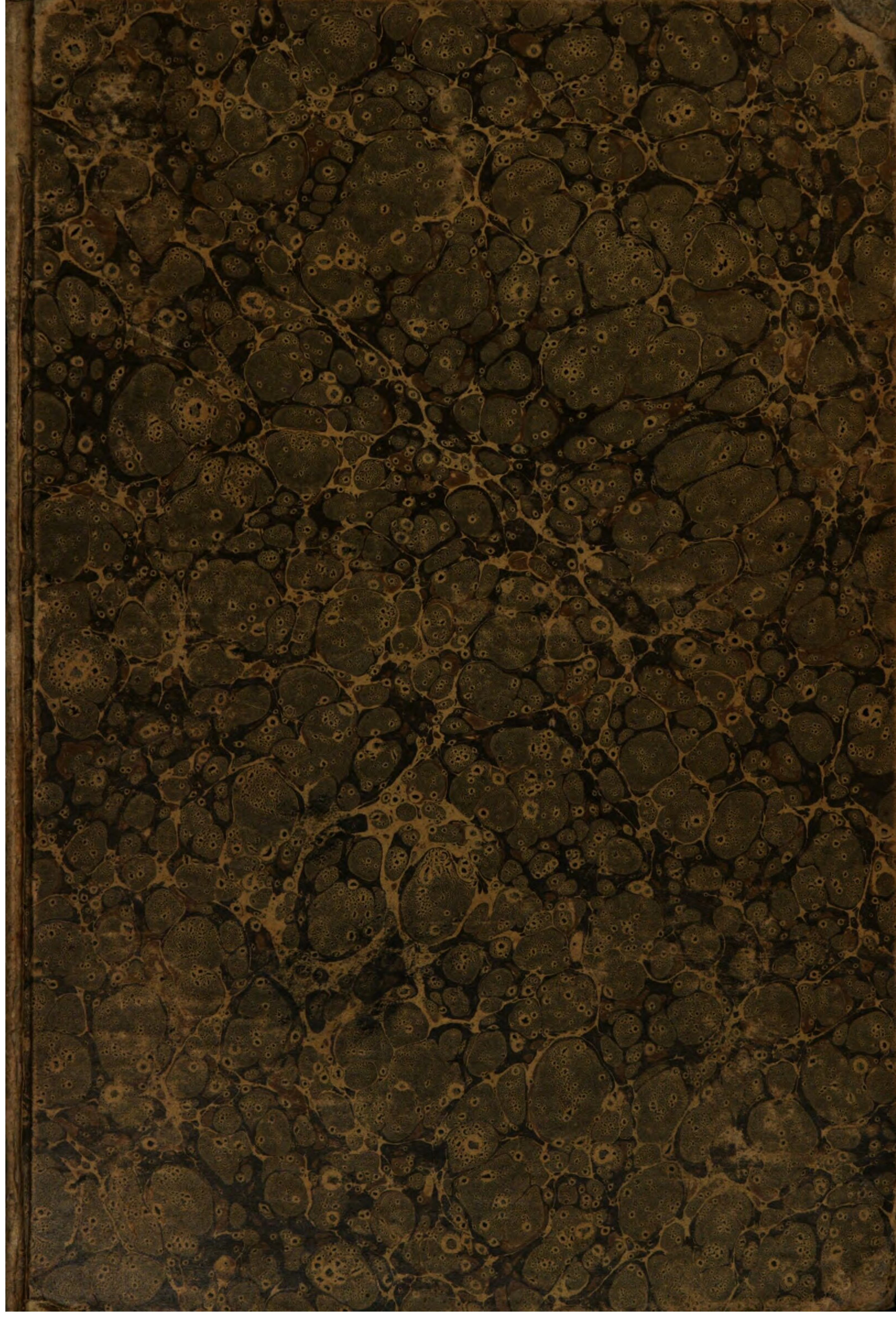




Chem.

61^o

Ruchte

Erklärung der China

Von K. F. Schlegel

Für das Kaiserthum zu beibringen

verordnete Literatur

Verlag von

Verlag von

Verlag von

Verlag von

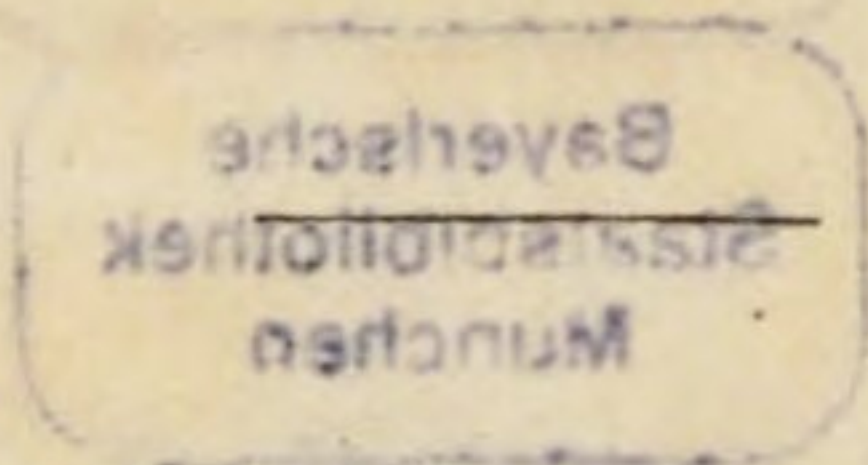
Verlag von

Verlag von

Verlag von

Verlag von

Grundriss der Chemie.



Ein Leitfaden

für den Unterricht an Gewerbeschulen

und

verwandten Lehranstalten.

Unter Berücksichtigung der

Bestimmungen der Schulordnung für die technischen Lehranstalten

bearbeitet

von

Dr. S. Ruchte,

Lehrer der Chemie und Naturgeschichte an der k. Gewerbeschule
zu Neuburg a. d. D.

Rosenheim.

E. Huber'sche Buchhandlung.

1866.

29 - 1/2



Ein Buch

für den Unterricht an Gewerbeschulen

und

verwandten Lehranstalten.

Ein Buch

Bestimmungen der Sachprüfung für die technischen Lehranstalten

besteht

von

Dr. S. Kuchel

Lehrer der Chemie und Naturgeschichte an der H. Gewerbeschule
zu München, A. d. H.

Köln

Verlag von J. Neumann, Neudamm

1881

V o r w o r t.

Bei der Durchführung vorliegender Arbeit, bestimmt für den Unterricht an technischen Lehranstalten, sowie zum Selbststudium, wurde besondere Rücksicht genommen auf den neuen Schulplan an genannten Anstalten; es wurden dabei die besten und neuesten Hilfsmittel benützt, eine Menge chemischer Processe durch Formeln veranschaulicht, die Ableitungen einer grossen Anzahl von Fremdwörtern aus den verschiedenen Sprachen angegeben und dabei besonders der allgemeine Theil, betreffend die physikalisch-chemischen Eigenschaften, die verschiedenen chemisch-technischen Operationen, der stöchiometrische Theil u. s. w. sehr ausführlich behandelt. In gewerblicher Beziehung wurde ebenfalls die nothwendige Rücksicht genommen und schliesslich dem Ganzen ein kurzer Auszug der Geschichte der Chemie beigelegt.

Die Eintheilung, welche bei der Abfassung dieser Arbeit gewählt wurde, ist im Allgemeinen die nach Dr. F ü r n r o h r.

Ueberall, wo bei den Wärmegraden allenfalls keine besondere Bezeichnung der Scala vorkömmt, ist die hunderttheilige von Celsius zu verstehen.

Da anzunehmen ist, dass sich der Lehrer oder die Schule im Besitze umfassenderer Abbildungen befindet, als in diesem Buche

je Raum gefunden haben würden, sind diesem Grundrisse keine solchen beigelegt.

In Betreff einiger Druckfehler, die sich bei der Abwesenheit des Verfassers vom Druckorte allenfalls eingeschlichen haben, wird um gütige Nachsicht gebeten.

Dem billigen Urtheile sei es überlassen, ob und wie weit es mir gelungen, durch meine Arbeit, bei deren Durchführung ich mit Sorgfalt und Liebe zu Werke gegangen zu sein mir bewusst bin, einen kleinen Beitrag zur Erleichterung des Studiums der Chemie geliefert zu haben; diess der innigste Wunsch des

Neuburg a/D. im September 1865.

Verfassers.

Inhalt.

Allgemeiner Theil.

	Seite
	1—54
Von den Kräften	2—7
Physische Eigenschaften	8—11
Chemische „	12—19
Von den Elementen	20—24
„ „ chemischen Verbindungen	24—26
Von den Wahlverwandtschaften	26—29
Aequivalentenlehre	29—45
Von den Säuren	46—48
„ „ Salzbasen	49—50
„ „ Salzen	51—54

Besonderer Theil.

Anorganische Chemie.

Erste Abtheilung.

Nichtmetalle und ihre Verbindungen.

I. Sauerstoff	57	VIII. Fluor	96
II. Wasserstoff	61	IX. Schwefel	97
III. Kohlenstoff	69	X. Phosphor	103
IV. Stickstoff	78	XI. Bor	106
V. Chlor	90	XII. Kiesel	107
VI. Jod	94	XIII. Selen	108
VII. Brom	96	XIV. Tellur	108

Zweite Abtheilung.

Leichte Metalle und ihre Verbindungen.

I. Kalium	109	V. Rhubidium	125
II. Natrium	116	VI. Caesium	125
III. Lithium	124	VII. Thallium	125
IV. Ammonium	125	VIII. Barium	125

VI

	Seite.		Seite.
IX. Strontium	127	XIV. Zirkonium	140
X. Calcium	129	XV—XXI. Yttrium, Erbium, Ter-	
XI. Magnesium	133	bium, Thorium, Cerium, Lan-	
XII. Aluminium	135	than und Didym	140
XIII. Glycium (Beryllium)	140		

Dritte Abtheilung.

Schwere Metalle und ihre Verbindungen.

I. Eisen	141	XV—XVIII. Palladium, Rhodium,	
II. Kupfer	153	Osmium, Ruthenium	207
III. Blei	160	XIX. Iridium	207
IV. Zink	167	XX. Gold	207
V. Cadmium	172	XXI. Uran	210
VI. Zinn	173	XXII. Mangan	210
VII. Antimon	179	XXIII. Chrom	211
VIII. Wismuth	184	XXIV. Molybdän	212
IX. Kobalt	187	XXV. Wolfram	212
X. Nickel	189	XXVI. Vanadium	213
XI. Arsenik	190	XXVII. Titan	213
XII. Quecksilber	194	XXVIII. Tantal und XXIX. Nio-	
XIII. Silber	199	bium	213
XIV. Platin	204		

Organische Chemie.

Einleitung	216—221
----------------------	---------

Erste Abtheilung.

Organische Verbindungen, welche schon in der Natur gebildet vor- kommen (Educte).

Erste Klasse.

Säuren.

A. Stickstofffreie organische Säuren.

Sauerkleesäure	222	Benzoësäure	231
Aepfelsäure	224	Essigsäure	234
Citronensäure	225	Bernsteinsäure	237
Weinsäure	226	Ameisensäure	237
Gallussäure	228	Stearinsäure	238
Gerbsäuren	229		

B. Stickstoffhaltige organische Säuren.

	Seite.		Seite.
Harnsäure	238	Cholsäure	241
Hippursäure	240	Choleinsäure	241

Zweite Klasse.

Organische Basen. 243

I. Gruppe:

Sauerstofffreie Basen. 244

II. Gruppe.

Sauerstoffhaltige Basen. 248

Dritte Klasse.

Indifferente organische Verbindungen.

Pflanzenfaser	249	Harze	275
Zucker	251	Kautschuck	277
Stärkemehl	255	Extractivstoff	278
Gummi	258	Farbstoffe	279
Fette	259	Proteinstoffe	284
Aetherische Oele	264		

Zweite Abtheilung.

Verbindungen, welche durch die Einwirkung anderer Stoffe auf organische Körper erzeugt werden (organische Producte).

Erste Klasse.

Producte der Zersetzung organischer Körper durch atmosphärische Einflüsse und anorganische Säuren.

287

A. Geistige oder Weingährung. 293

B. Saure oder Essiggährung. 307

Zweite Klasse.

Producte der Zersetzung organischer Körper durch Einwirkung der Wärme. 308

Anhang, enthaltend eine kurze Geschichte der Chemie . . 317—328

Alphabetisches Register 329—338

B. Stickstoffhaltige organische Säuren.

Harnsäure	238	Cholsäure	241
Hippursäure	240	Choleinsäure	241

Zweite Klasse.

Organische Basen.

242

I. Gruppe.

Sauerstofffreie Basen.

244

II. Gruppe.

Sauerstoffhaltige Basen.

248

Dritte Klasse.

Indifferente organische Verbindungen.

Flankenzucker	248	Harze	275
Zucker	251	Kautschuk	277
Stärke	252	Extraktivstoffe	278
Gummi	258	Farbstoffe	279
Fette	259	Proteinstoffe	284
Aetherische Öle	261		

Zweite Abtheilung.

Verbindungen, welche durch die Einwirkung anderer Stoffe auf organische Körper erzeugt werden (organische Producte).

Vierte Klasse.

Producte der Zersetzung organischer Körper durch atmosphärische Einflüsse und anorganische Säuren.

287	
293	A. Gase oder Wasserdampf.
307	B. Säure oder Basen.

Fünfte Klasse.

Producte der Zersetzung organischer Körper durch Einwirkung der Wärme.

308

Anhang, enthaltend eine kurze Geschichte der Chemie.

Alphabetisches Register.

329—338

Allgemeiner Theil.

Allgemeiner Theil.

Den Inbegriff alles sinnlich Wahrnehmbaren nennen wir Natur. Die Wissenschaft, welche sich mit der Erforschung der Natur beschäftigt, heisst Naturkunde oder Naturwissenschaft. Wie die Natur ein grosses Ganze, so ist diess auch die Naturwissenschaft. Sie zerfällt je nach den verschiedenen Betrachtungsweisen der Eigenschaften der Naturkörper:

- a) in die Naturgeschichte oder Naturbeschreibung, welche die Naturkörper nach ihrer Aehnlichkeit beschreibt, und nach dieser klassificirt, und
- b) in die Naturlehre, deren Aufgabe ist die Erforschung des Zusammenhanges und der Ursache der in der Natur sich darbietenden Erscheinungen.

Erstere, nämlich die Naturgeschichte, wird wieder abgetheilt:

- a) in die Lehre von den Thieren (Zoologie),
- b) in die Lehre von den Pflanzen (Botanik), und
- c) in die Lehre von den leblosen Naturkörpern (Mineralogie).

Letztere, die Naturlehre, zerfällt in die Physik und in die Chemie. Erstere umfasst vorzugsweise diejenigen Erscheinungen, welche sich auf das äussere Wesen der Gegenstände beziehen, — letztere die ihren Stoff betreffenden. Beide aber sehen von den Veränderungen ab, welche sich uns als Lebenserscheinungen offenbaren und überlassen diese einer eigenen Wissenschaft, der Physiologie, die man hiemit als dritten Zweig der Naturlehre betrachten kann.

Zeigen wir nun an einem Beispiele, wie jeder Körper, je nach dem Gesichtspunkte, von dem aus er betrachtet wird, Gegenstand verschiedener Zweige der Naturwissenschaften sein kann.

Den Diamant z. B. lehrt uns die Naturgeschichte, und zwar die Mineralogie, nach seiner Gestalt beschreiben, seine äussern Eigen-

schaften kennen und wie er sich durch dieselben von allen andern Naturkörpern unterscheidet. Die Physik sucht zu erklären, woher es kommt, dass er das Licht in schönen Farben bricht, dass er an manchen Stellen das Glas ritzt, an anderen schneidet etc. etc.; die Chemie endlich erklärt, wie es zugeht, dass er, an der Luft stark erhitzt, scheinbar verschwindet, zeigt, was dabei aus seinem Stoffe wird, wie diese Umwandlung zusammenhängt u. s. w.

Körper nennen wir jede Materie, die in einem bestimmten, nach aussen begränzten Raume enthalten ist. Zwei Körper heissen gleichartig, homogen, wenn sie aus einer und derselben Materie bestehen, z. B. zwei Stückchen Schwefel; ungleichartig, heterogen,*) wenn sie von Materien mit verschiedenen Eigenschaften gebildet werden, z. B. Schwefel und Kohle. Ausser diesen in sich abgeschlossenen und wägbaren Körpern gibt es auch Materien, die sich an keinen bestimmten Raum binden, ja sogar andere Körper durchdringen und daher nicht gewogen werden können, diese werden Imponderabilien**) oder unwägbare Stoffe genannt, wie das Licht, die Wärme, die Electricität und der Magnetismus.

Die Ursachen aller übrigen in der Natur vorkommenden Erscheinungen nennt man Kräfte. — Kräfte lassen sich nicht sinnlich wahrnehmen. Was wir sehen, fühlen oder hören, sind nur Wirkungen der Kräfte. Nur in ihren Wirkungen lassen sich demnach die Kräfte unterscheiden und ihrem Begriffe nach bestimmen, und zwar unterscheiden wir insbesondere eine Abstossungskraft oder Repulsion und eine Anziehungskraft oder Attraction, wozu bei vielen Körpern noch die Lebenskraft kommt. Durch die Repulsion werden die einzelnen Körper von einander entfernt gehalten, durch die Attraction einander genähert, durch die Lebenskraft aber beide für die besonderen Zwecke lebender Körper verwendet.

Die Anziehungskraft bewirkt in vielen Fällen nur eine Aenderung in den räumlichen Verhältnissen der einander genäherten Körper, ohne dass diese zugleich die Eigenschaften, welche sie vor ihrer

*) Von ἕτερος, entgegengesetzt, und γεννάειν, erzeugen (homogen — ὁμο-γεννάειν.)

**) Von imponderabilis, unwägbar.

Annäherung besassen, verlieren. Diese mechanische Anziehungskraft äussert sich entweder nur zwischen grösseren Massen, auch in die Ferne, und heisst dann Schwerkraft oder Gravitation; oder sie findet zwischen kleinern Massen, nur in der Nähe statt, und heisst insbesondere Cohäsion,*) wenn die einander genäherten Körper gleichartig, und Adhäsion,**) wenn dieselben ungleichartig sind.

Adhäsions-Erscheinungen sind z. B. das Schreiben, Zeichnen, Malen u. s. w.; — nicht alle Körper besitzen jedoch Adhäsion zu einander, z. B. Wasser und Fett, Glas und Quecksilber u. s. w.

Die Kraft der Cohäsion, durch welche die gleichartigen Theile eines Körpers zusammengehalten werden, erscheint bei den verschiedenen Körpern von sehr ungleicher Grösse, wodurch zunächst die leichtere oder schwerere Verschiebbarkeit der einzelnen Theile eines Körpers bedingt wird. Wir nennen den auf diese Weise herbeigeführten Zustand der Materie Aggregatzustand und unterscheiden drei Hauptarten desselben, den untersten oder festen, den mittleren oder flüssigen, und den höchsten oder luftförmigen, auch elastisch flüssigen genannt. In dem letztern ist die Kraft der Cohäsion am schwächsten vertreten, dagegen waltet die Repulsion so sehr vor, dass die einzelnen Theile der luft- oder gasförmigen Körper beständig sich von einander zu entfernen streben und nur durch äussern Druck zusammengehalten werden; die flüssigen Körper lassen sich schon durch die geringste Gewalt selbst durch ihr eigenes Gewicht beim Ausgiessen aus Gefässen in kugelige Tropfen trennen. Die festen oder starren dagegen halten ihre Teile inniger zusammen und erfordern zu deren Trennung grössere mechanische Kräfte, in ihnen wirkt also die Kraft der Cohäsion am stärksten.

Jeder Körper, welchem Aggregatzustand derselben auch angehört, schliesst eine gewisse Menge gebundener oder latenter Wärme in sich, welche weder durch das Gefühl, noch durch das Thermometer wahrgenommen werden kann, — und zwar haben die

*) Von cohaerere, zusammenhängen.

**) Von adhaerere, anhängen.

festen Körper die wenigste, die luftförmigen Körper die meiste solcher latenter Wärme in sich; so dass die Regel gilt:

„Geht daher ein Körper von einem niederen in einen höheren Aggregatzustand über, so wird Wärme gebunden, — geht er dagegen von dem höheren in den nächst niederen Aggregatzustand über, so wird Wärme frei, — und zwar genau so viel, als der Körper vorher Wärme aufgenommen, um in den nächst höheren Aggregatzustand übertreten zu können.

Wesentlich von dieser mechanischen Anziehungskraft verschieden ist die chemische Anziehungskraft oder Affinität. *) Darunter versteht man diejenige Kraft, welche bewirkt, dass zwei oder mehrere ungleichartige Stoffe sich mit einander verbinden und einen neuen gleichartigen Körper bilden; — diejenige Kraft, welche also bewirkt, dass z. B. Schwefel und Quecksilber in einem bestimmten Verhältnisse sich mit einander vereinigen und einen neuen gleichartigen Körper, den Zinnober, bilden — welcher weder die Eigenschaften des einen, noch die des anderen der verbundenen Bestandtheile hat, — heisst chemische Anziehungskraft oder Affinität.

Chemie **) ist also derjenige Theil der Naturwissenschaft, welcher die materielle Beschaffenheit der Körper und jene Veränderungen derselben kennen lehrt, welche durch die Affinität oder chemische Anziehungskraft hervorgerufen werden.

Die Chemie kann je nach Behandlung ihres Gegenstandes auf verschiedene Weise eingetheilt werden. Man nennt sie reine Chemie, wenn sie ausschliesslich die wissenschaftliche Erweiterung ihres Gegenstandes zum Zwecke hat; angewandte Chemie,

*) Von affinis, verwandt, nahestehen; man suchte früher die chemischen Verbindungen dadurch zu erklären, dass man mit Hippokrates annahm, dass sich Gleiches zu Gleichem geselle; daher auch das Wort Affinität, Verwandtschaft.

**) Dieses Wort wird verschieden abgeleitet. Am wahrscheinlichsten nach Alexander v. Humboldt von Chemia, womit die Aegyptier ihr Land wegen der schwarzen Farbe seines Erdreichs bezeichneten. Aegypten soll nämlich die Wiege dieser Wissenschaft sein. Das deutsche Wort dafür ist Scheidekunst, weil man viel mit der Trennung der Körper zu thun hat.

wenn sie ihre Erfahrungssätze auf die Vervollkommnung anderer Wissenschaften bezieht. Man unterscheidet eine theoretische und practische oder Experimental-Chemie, je nach der Art ihres Vortrags als Lehrgegenstand; eine synthetische und analytische*) Chemie, je nachdem sie vorzugsweise auf Herstellung (Zusammensetzung) oder auf Zerlegung chemischer Verbindungen ausgeht. Die Zersetzung des Zinnobers in seine Bestandtheile, d. i. Schwefel und Quecksilber, gehört also der analytischen, — die Darstellung des Zinnobers aus den erhaltenen Elementen Schwefel und Quecksilber dagegen der synthetischen Chemie an. Sie heisst allgemeine Chemie, wenn sie sich mit den allgemeinen Gesetzen der Verbindung und Trennung der Körper in ihre Bestandtheile, mit ihrer Eintheilung, Namensbezeichnung und chemischen Operationen beschäftigt. Die specielle Chemie aber handelt von den einzelnen allgemeinen Stoffen und ihren Verbindungen insbesondere. Sie heisst anorganische Chemie, wenn sie sich mit den im Mineralreiche vorkommenden Körpern beschäftigt. Die organische Chemie dagegen hat die Erzeugnisse der Lebenskraft und die daraus dargestellten Verbindungen zum Gegenstande. Diejenigen Theile der Chemie, welche die Vorgänge des Landbaues erhellet, fasst man zusammen unter dem Namen Agrikultur-Chemie. Die technische Chemie lehrt die chemischen Präparate bereiten und prüfen, welche in Künsten und Gewerben Anwendung finden.

Die mannigfaltigen Naturerscheinungen, welche sich uns so häufig darbieten und durch die verschiedenen Naturkräfte hervorgerufen werden, erklären, heisst sie auf ihre Ursachen zurückführen. Jeder Erklärungsversuch, der nicht auf sinnlich wahrnehmbaren Erscheinungen fusst, heisst eine Hypothese**). So war das kopernikanische Weltsystem, welches zu den grössten Entdeckungen

*) Analyse, von *ἀνα* auf, und *λύω* lösen, also trennen. Synthese, von *σύνθεσις*, aus *σύν* (zusammen) und *τίθημι* (setzen), also der Gegensatz von Analyse.

**) *ὑπό* unter und *θέσις* setzen, stellen.

führte, und dessen Wahrheit nun ausser Zweifel gesetzt ist, anfangs nur eine Hypothese.

Die Erscheinungen und Veränderungen der Körper lernen wir auf dem Wege der Erfahrung kennen; — zu den Naturgesetzen, nach welchen dieselben erfolgen, gelangen wir, indem wir vermittelst der Vernunft aus einer Menge von Erfahrungen allgemeine Regeln ableiten. Alle Erfahrungen sind entweder Beobachtungen (Observationen) oder Versuche (Experimente). Wir machen eine Beobachtung, wenn wir einen Körper in demjenigen Zustande lassen, in den er durch sich selbst, also ohne unser Zuthun gekommen ist, und auf alle ihn treffenden Veränderungen aufmerken; — wir machen dagegen einen Versuch, wenn wir den Zustand, in den ein Körper von selbst gekommen ist, ändern, ihn also zwingen, Verhältnisse einzugehen, in die er von selbst nicht gekommen wäre, und dabei auf seine Veränderungen acht geben. Mit dem Versuche ist immer eine Beobachtung verbunden. Es ist z. B. eine Beobachtung, wenn wir im Winter zusehen, wie das Wasser gefriert; ein Versuch aber, wenn wir Wasser zum Gefrieren bringen, indem wir ein Gefäss mit Wasser in eine Mischung aus Schnee und Salmiak stellen.

Aus den relativen Verhältnissen der Materie zur Kraft entspringen die Eigenschaften der Körper; diese sind also die sinnlich wahrnehmbaren Ausdrücke der Körper, welche durch das Zusammenwirken von Kraft und Materie entstehen.

Die Eigenschaften der Körper sind zweierlei Natur; entweder sind sie unmittelbar, ohne Hilfsmittel, — oder mittelbar, jedoch ohne Veränderung der Körper — wahrnehmbar, diese nennt man physische Eigenschaften, äussere Kennzeichen, äussere Merkmale; — oder sie sind endlich solche, welche an den Naturgegenständen nur mittelbar, und zwar nach vorausgegangener Veränderung wahrgenommen werden können, und diese heissen chemische Eigenschaften, innere Kennzeichen, innere Merkmale.

Zu den Kennzeichen der ersten Art gehören:

1) die Gestalt, der äussere Umriss der Körper, — und

hier können wir eine regelmässige oder unregelmässige Bildung unterscheiden.

Regelmässig oder ein Crystall*) wird jeder Körper genannt, der durch eine eigene Kraft gebildet, von ebenen Flächen, Kanten und Ecken symetrisch begrenzt ist, und einen mit der äusseren Begrenzung übereinstimmenden innern Bau hat, nach gewissen Richtungen hin leichter spaltbar ist, als nach andern, welcher, wenn er durchsichtig ist, gewöhnlich das Licht zweimal bricht, und von chemischen Agentien, an verschiedenen Stellen, verschieden stark angegriffen wird. Ist diese Regelmässigkeit im äussern Umrisse wie im innern Bau gleich deutlich ausgesprochen, so heisst der Körper krystallisirt im engern Sinne; beschränkt sich dieselbe nur auf den innern Bau, ohne sich zugleich auf den äussern Umriss zu erstrecken, so entsteht eine krystallinische Masse, und bietet der Körper weder im Aeussern noch im Innern einen regelmässigen Bau dar, so wird er amorph**) oder gestaltlos genannt. Solche amorphe Körper sind z. B. alle Flüssigkeiten und Gase, die meisten Harze, das Glas, der Opal u. s. w., und man muss annehmen, dass alle regelmässig gebildeten Körper sich zuerst in einem solchen amorphen Zustande befunden, und sich erst später zu den am häufigsten vorkommenden krystallinischen Massen, oder den selteneren Krystallen ausgebildet haben. Zeit, Ruhe und Räumlichkeit sind die erforderlichsten Bedingungen zur Bildung von grossen und schönen Krystallen. Diejenigen Körper, welche die Eigenschaft besitzen, in zwei verschiedenen Krystallgestalten auftreten zu können, nennt man dimorph,***) und die Eigenschaft selbst Dimorphismus; endlich diejenigen Körper, welche sich in chemischen Verbindungen gegenseitig ersetzen können, ohne dass die ursprüngliche Krystallgestalt geändert wird, heissen isomorph,†) und das Phänomen selbst Isomorphismus. Isomorph sind z. B. Schwefel und Selen.

*) *Κρύσταλλος* Erstarren.

**) Von *ἄ* (nicht) und *μορφή* (Gestalt).

***) Von *δύς* zweimal, und *μορφή* Gestalt.

†) Von *ἴσος* gleich, und *μορφή* Gestalt.

2) Gehören hieher die verschiedenen Erscheinungen, welche sich an den Körpern in Anbetracht ihrer Cohärenz, d. i. des Zusammenhangs der kleinsten Theile, woraus sie gebildet sind, zeigen; also bei den festen Körpern die Geschmeidigkeit, Dehnbarkeit, Sprödigkeit, Elasticität, Weichheit etc., bei den flüssigen, ob sie dick- oder dünnflüssig, bei den Luftarten, ob sie specifisch schwer oder leicht etc. sind.

3) Das Verhalten der Körper zum Lichte; dieses offenbart sich in mannigfaltigen Erscheinungen. — Durchsichtig nennen wir diejenigen Körper, welche das Vermögen besitzen, ohne sehr merkliche Schwächung das auffallende Licht durch sich hindurch gehen zu lassen. Soll ein Körper durchsichtig sein, so ist Gleichartigkeit seiner Masse erforderlich, damit das Licht in seinem Innern nicht wiederholt gebrochen und zurückgeworfen wird. Die Luft und reines Wasser sind beide durchsichtig; undurchsichtig heissen diejenigen Körper, welche die auffallenden Lichtstrahlen in sich aufnehmen, absorbiren; durchscheinend sind diejenigen Körper, welche die Lichtstrahlen theils durch sich hindurch gehen lassen, theils absorbiren, z. B. das Milchglas, Bernstein, Opal*) u. s. w.; ferner gibt es solche Körper, welche das Vermögen besitzen, den auffallenden Lichtstrahl wieder zurückzuwerfen, zu reflectiren, und diese nennt man glänzend, dabei unterscheidet man, je nach der Stärke dieses Vermögens, Metallglanz, Diamantglanz, Glasglanz, Perlmutterglanz und Fettglanz; farbig nennen wir die Körper, je nach dem eigenthümlichen Eindruck, welche das von ihnen reflectirte oder durchfallende Licht, abgesehen von Glanz und Helligkeit, bei uns hervorbringt; endlich phosphorescirend**) nennen wir diejenigen Körper, welche die merkwürdige Eigenschaft besitzen, im Dunkel ohne merkliche Temperaturerhöhung und ohne Flammen zu leuchten. Diese Eigenschaft wird erregt:

a) durch Stoss, Schlag oder Reibung;

*) Opalus, ὀπαλλιος Augentäuscher von ὄψ Auge, weil die Alten diesem Minerale augenstärkende Kraft zuschrieben, oder weil unsichtbare Risse darin das Farbenspiel erzeugen und die Augen täuschen.

**) Φως-φόρος Licht tragend.

- b) durch Erwärmung, jedoch nicht bis zum Glühen, (denn in diesem Falle verichwindet diese Eigenschaft ganz) und
 c) durch Isolation*) oder Bestrahlung, wie z. B. beim Diamant.

4) Das Verhalten der Körper zur Wärme und Electricität; dabei unterscheidet man solche, welche die dargebotene Wärme oder Electricität schnell in sich aufnehmen, schnell in ihrer Masse verbreiten und fast ebenso schnell wieder abgeben, und diese nennt man gute Leiter für Wärme und Electricität, dahin gehören in beiden Fällen vor allen die Metalle; im entgegengesetzten Sinne haben wir schlechte Leiter (Isolatoren**), z. B. Glas, Holz, Wolle, Seide u. s. w.

5) Der Geruch.

6) Der Geschmack.

7) Der Eindruck, den der Körper auf das Gefühl oder Gehör ausübt, — ob er sich z. B. fettig, trocken, kalt oder warm anfühlt, ob er in der Hand knistert u. s. w., und

8) das specifische oder Eigengewicht.

Das absolute Gewicht bestimmt die Grösse des Druckes, den ein Körper auf seine Unterlage ausübt und die Gewalt, mit welcher er zu fallen strebt, ohne Rücksicht auf seinen Raummfang oder sein Volumen. Das specifische Gewicht dagegen ist das absolute Gewicht der Körper bei gleichen Volumina; — es gibt an, wie viel mal leichter oder schwerer ein Körper ist, als ein gleich grosser anderer, den man als Einheit annimmt. Zur Vergleichung dient hiebei für feste und flüssige Körper das destillierte Wasser; für luftförmige die atmosphärische Luft, deren Gewicht also immer = 1 gesetzt wird.

Anmerkung. Da es in den meisten Fällen sehr schwierig sein würde, die zu vergleichenden Körper von ganz gleichem Raummfange herzustellen, so bedient man sich bei der Bestimmung des specifischen Gewichts fester Körper gewöhnlich folgenden Verfahrens: Man wägt einen Körper von bekanntem absoluten Gewichte, während er frei im destillirten Wasser schwebt, und dividirt mit dem hiebei sich ergebenden Gewichtsverluste in das vorhergefundene absolute Gewicht desselben: Der Gewichtsverlust des unter Wasser gewogenen Körpers entspricht nämlich genau dem absoluten Gewichte eines gleichgrossen

*) Insolare einsonnen, der Sonne (sol) aussetzen.

**) Italienisch isolare isoliren, absondern, abgesondert stellen (insula, Insel).

Raumumfanges Wasser, das er verdrängt hat. In destillirtem Wasser lösliche Körper wägt man unter einer Flüssigkeit, worin sie sich nicht lösen, und multiplicirt zuletzt das erhaltene Resultat mit dem specifischen Gewichte der Flüssigkeit. Zur Bestimmung des specifischen Gewichtes flüssiger Körper gebraucht man Gläser mit eingeriebenen Stopseln, oder graduirte Senkwagen (Aräometer, nach ihrem besondern Zwecke auch Alkoholometer, Saccharometer, Alkalimeter u. s. w. genannt), die durch die Tiefe, bis zu welcher sie in einer Flüssigkeit einsinken, das specifische Gewicht derselben angeben. Luftförmige Körper werden in einem luftleer gepumpten Glasballon abgewogen.

Zu den chemischen Eigenschaften, den Kennzeichen der zweiten Art, gehören:

1) Die Auflösbarkeit. Darunter versteht man diejenige Eigenschaft, vermöge welcher verschiedene feste Körper mit Hilfe einer Flüssigkeit selbst in den tropfbar flüssigen Zustand übergeführt werden können; oder es ist die Eigenthümlichkeit vieler fester Körper, in gewissen Flüssigkeiten zu zergehen. Die Flüssigkeit, die man dazu anwendet, heisst das Auflösungsmittel, z. B. Schwefelsäure, Salzsäure, Salpetersäure, Kalilauge, Natronlauge u. s. w., und das Resultat eine Auflösung. — Wohl zu unterscheiden von einer Auflösung ist eine Lösung; bei dem ersten Vorgange verliert der Körper nicht nur seine Gestalt und seine übrigen physischen, sondern auch seine chemischen Eigenschaften, er hört überhaupt auf das zu sein, was er bisher war, er bildet einen neuen Körper mit neuen Eigenschaften. Ein Akt der Auflösung ist es z. B., wenn wir Kupfer und Schwefelsäure mit einander in Berührung bringen, hier wird allerdings eine homogene Flüssigkeit erhalten, also das Kupfer scheinbar flüssig gemacht, — aber beide Körper, Kupfer und Schwefelsäure, verlieren ihre Eigenschaften gänzlich, — es entsteht ein neuer Körper, — der Kupfervitriol. Bei einer Lösung dagegen verliert ein Körper bloß seine Gestalt, seine physikalischen Eigenschaften, ohne aber seinen innern, seinen chemischen Charakter aufzugeben; wir lösen z. B. Zucker in Wasser, Campher in Weingeist, hier haben die Körper bloss ihre Gestalt verändert; — durch den einfachen Entzug des Flüssigkeitsprincips, des Lösungsmittels, also in dem einen Falle des Wassers, in dem andern des Weingeistes — erscheinen dieselben wieder in ihrem ursprünglichen

Charakter. Eine Auflösung oder Lösung heisst gesättigt, wenn die Flüssigkeit so viel von dem anderen Stoffe aufgenommen hat, als sie bei der gerade gegebenen Temperatur aufzunehmen vermag.

Den Grad der Löslichkeit eines festen Körpers bemisst man immer aus der Zeitdauer, die er zu seinem vollkommenen Zergehen gebraucht hat, und aus der Menge der Flüssigkeit, die er zu seiner Lösung verlangte. Von zwei festen Körpern ist also derjenige leichter löslich, welcher sich in derselben Menge derselben Flüssigkeit, — in einer kürzeren Zeit, also schneller löst.

Den Lösungsact selber, d. h. ob sich der feste Körper in der angewandten Flüssigkeit löst, erkennen wir auf folgende drei Arten:

- a) an den ölichten Streifen, die von dem festen, sich lösenden Körper ausgehen und sich in der Flüssigkeit vertheilen. Diese Erscheinung hat ihren Grund darin, dass nämlich an der Stelle, an welcher sich der feste Körper löst, die Flüssigkeit dichter wird, und als specifisch schwerer sich in Streifen in der Flüssigkeit vertheilt;
- b) durch den Geschmack und
- c) aus dem Rückstande, den man erhält, wenn man eine solche Lösung abdampft.

Bei einer Lösung eines festen Körpers in einer Flüssigkeit findet immer eine Wärmeaufnahme statt, weil nämlich der Körper in einen höheren Aggregationszustand übergeführt wird.

Die Lösungen der festen Körper in den verschiedenen Flüssigkeiten sind immer von der Temperatur abhängig; — je höher die Temperatur des Lösungsmittels, desto mehr, desto leichter lösen sich die festen Körper in der Regel auf; — hievon machen einige Körper eine Ausnahme, z. B. gebrannter Kalk löst sich in 500 Theilen kalten, aber erst in 1200 Theilen warmen Wassers, so dass, wenn man Kalk in Wasser bei gewöhnlicher Temperatur löst, sich beim Kochen der Flüssigkeit ein Theil Kalk als unlöslich ausscheidet.

Das Glaubersalz, schwefelsaures Natron, löst sich in Wasser von 26 bis 28° R. in grösster Quantität; — weniger dagegen bei höherer oder niedriger Temperatur. — Kochsalz, Clornatrium, löst sich im kalten und warmen Wasser ziemlich gleich stark, 100 Theile

Wasser lösen 36 Theile Kochsalz, und dieses Verhältniss bleibt bis zu 40° R. dasselbe, — ja selbst bis zum Siedepunct des Wassers steigert es sich nur um einen Grad, nämlich von 36 Theilen auf 37 Theile.

Bei einem Auflösungsact dagegen, wobei man also den aufgelösten Körper durch Abdampfen nicht wieder von dem Auflösungsmittel trennen kann, findet eine Temperaturerhöhung statt, weil wir in diesem Falle wirklich einen chemischen Process vor uns haben.

Denjenigen Vorgang, wobei Körper, welche weder in Säuren, noch in Laugen, noch in einer anderen Flüssigkeit für sich auflöslich sind, mit andern Substanzen (starken Alkalien) einer heftigen Glühhitze aussetzt, wodurch sie sich dann erst mit kräftigen Säuren behandeln lassen, nennt man das Aufschliessen eines Körpers.

Dieser ersten Eigenschaft steht gegenüber:

2) Die **Präcipitirbarkeit**,*) welche darin besteht, dass man den in einer Lösung oder Auflösung enthaltenen festen Körper wieder ausscheidet, niederschlägt, präcipitirt, welches entweder dadurch geschieht, dass man das Lösungs- oder Auflösungsmittel dergestalt verändert, dass sich darin der Körper nicht mehr erhalten, oder dass man den Körper selbst derart verändert, dass er in diesem Zustande nicht mehr in der Flüssigkeit gelöst bleiben kann; z. B. präcipitirt Wasser den in Weingeist aufgelösten Campher, Weingeist das in Wasser gelöste schwefelsaure Natron.

Ein jeder Körper hat ein seiner Natur entsprechendes Lösungs- oder Auflösungsmittel; diesem aber immer entgegengesetzt ist das Präcipitationsmittel.

3) Eine ziemlich häufig vorkommende chemische Eigenschaft ist die **Absorbirbarkeit****); diese findet sich überall da, wo luftförmige Körper, z. B. Kohlensäure, Sauerstoff, Stickstoff u. s. w., von tropfbaren Flüssigkeiten z. B. Wasser, Weingeist, Säuren etc., oder von festen Körpern z. B. Kohle, Kalk, Thon u. s. w. aufgesogen werden, ohne dass chemische Veränderungen dabei vor-

*) Von praecipitare, niederschlagen.

**) Von absorbere, ab- oder wegschlürfen.

gehen. Die Absorptionskraft der verschiedenen festen und flüssigen Körper gegen verschiedene Luftarten ist eine verschiedene.

4) Das Zerfliessen und Verwittern. Diese beiden Merkmale können nur an festen Körpern vorkommen.

Das Zerfliessen ist diejenige chemische Eigenschaft, vermöge welcher viele feste Körper unter dem Einflusse der Luft Feuchtigkeit aus derselben aufnehmen, dadurch an Gewicht zunehmen, selbst feucht werden, ja sogar zerfliessen; man nennt diejenigen Körper, welche diese Eigenschaften besitzen und die in allen drei Naturreichen angetroffen werden, hygroskopische Körper. Darunter sind nun einige wenige, welche bei eingetretener Trockenheit die Feuchtigkeit wieder abgeben, dadurch leichter werden und sich zusammenziehen; man nennt diese zum Unterschiede von den vorhergehenden hygrometrisch, desswegen, weil sie auch wirklich als Feuchtigkeitsmesser in Anwendung stehen; dahin gehören: Haare, Holz, Wolle, Seide, Darmsaiten u. s. w.

Dieser Eigenschaft gegenüber steht das Verwittern, d. i. diejenige Eigenschaft vieler fester Körper, vermöge welcher sie unter dem Einflusse der Atmosphäre ihren Zusammenhang verlieren, mürbe, amorph werden und am Ende sogar zu Pulver zerfallen. Diese Erscheinung kann in folgenden Ursachen ihren Grund finden:

- a) in dem Verlusste der gebundenen und zur Existenz gehörigen Wassermenge, also in einer Abgabe des Krystallwassers, was besonders bei den Salzen, z. B. beim schwefelsauren Natron u. s. w. der Fall ist;
- b) in einer allmählichen Oxydation, d. i. einer Aufnahme eines Bestandtheiles der Luft, nämlich des Sauerstoffs; diess kommt besonders bei den unedlen Metallen vor, z. B. beim Eisen;
- c) in Folge eines Stoffwechsels, einer Umbildung, z. B. eine Verbindung von Schwefel und Eisen, zerfällt an der Luft allmählig zu Pulver und verwandelt sich unter Aufnahme von Wasser und Sauerstoff in schwefelsaures Eisenoxydul; oder endlich
- d) kann diese Erscheinung in Folge eingetretener Frostkälte sich zeigen, wenn nämlich die Körper Wasser in sich schliessen,

welches dann gefriert, sich dabei um den sechszehnten Theil seines ursprünglichen Volumens ausdehnt und dadurch die Körper zerklüftet.

5) Schmelzbarkeit; darunter versteht man die Fähigkeit gewisser fester Körper, unter Einwirkung der Wärme flüssig zu werden. Körper, die im Feuer gänzlich unveränderlich sind, heißen feuerfest; diejenigen dagegen, die wohl in der Hitze schmelzen, aber von ihrer Masse nichts verlieren, heißen feuerbeständig; Körper endlich, welche in der Hitze in Dampf sich verwandeln, heißen verflüchtbar. Hatte der verflüchtigte Körper einen Geruch, so nimmt ihn auch die Atmosphäre an, in welcher sich die Dämpfe verbreiten.

Aus dieser letzteren Eigenschaft, der Verflüchtbarkeit, entspringen für die flüchtigen Körper zwei neue, hieher gehörige Merkmale, nämlich:

6) Die Sublimirbarkeit*) d. i. diejenige Eigenschaft, vermöge welcher die Dämpfe flüchtig gewordener Körper durch Abkühlung wieder fest werden, sublimiren; Körper, welche diese Eigenschaft besitzen, heißen sublimirbar, und die erstarrten Dämpfe selbst oder das Product heisst Sublimat; sublimirbar sind z. B. Schwefel, Selen, Salmiak u. s. w., und

7) die Destillirbarkeit),** d. i. diejenige Eigenschaft, vermöge welcher die Dämpfe flüchtig gewordener Körper durch Abkühlung sich wieder niederschlagen, wieder flüssig werden. Die Operation selbst heisst destilliren oder Destillation und das Product Destillat.

Man führt diese Operation häufig aus, um flüchtige Stoffe von nicht flüchtigen, oder flüchtigere von minder flüchtigeren zu trennen.

Der zum Destilliren oder Sublimiren gehörige Apparat besteht aus drei Haupttheilen, nämlich:

- a) dem Verdampfungsgefäß, der Destillations- oder Sublimations-Blase,
- b) aus den Dampfleitungs-Röhren mit dem Abkühlungsgefäße und

*) Von sublimare, in die Höhe treiben.

**) Von destillare, abtröpfeln, und dieses von stilla, der Tropfen.

c) aus der Vorlage (oder dem Recipienten), in welcher die sich niederschlagenden Dämpfe aufgenommen werden.

Hier kann auch der sogenannte Woulff'sche Apparat Erwähnung finden, welcher da in Anwendung kommt, wo die durch Destillation entstandenen Dämpfe verschiedener Tension, verschiedener Spannung sind, wovon ein Theil mehr Expansion besitzt als der andere.

Der Rückstand einer Destillation heisst Residuum, sei er nun flüssig oder fest, ist er nur flüssig, so nennt man ihn Flegma. Wiederholt man die Destillation einer und derselben Flüssigkeit öfters, zum Zwecke der vollkommneren Abscheidung der phlegmatischen Theile, so nennt man diesen Vorgang Rectification, rectificiren (cohobiren, cohobirte Wässer). Sowohl in der Wissenschaft als in der Technik unterscheidet man eine nasse und eine trockene Destillation. Zu ersterer zählt man alle jene Destillationen, welche unmittelbar mit tropfbaren Flüssigkeiten vorgenommen werden; zur zweiten hingegen diejenigen, welche mit festen Materien ohne Zugabe von Flüssigkeiten geschehen, wobei man dann ebenfalls condensirbare Dämpfe erhält.

Ferners unterscheidet man nach der Richtung, welche die freigeordneten Dämpfe nehmen müssen, dreierlei Arten von Destillationen, nämlich:

- a) eine aufsteigende (destillata ascendens),
- b) eine schiefe (destillata transversa) und
- c) eine absteigende (destillata descendens).

Die letztere Art ist die seltenste und hat nur eine Anwendung in der Technik, nämlich bei der Theerschwellerei aus harzigen Hölzern in Gruben.

8) Die Verbrennbarkeit und Oxydirbarkeit; erstere ist diejenige Eigenschaft der Körper, vermöge welcher sie bei einer gewissen Temperatur sich mit einem wesentlichen Bestandtheil der Luft, d. i. mit dem Sauerstoffe, verbinden können; der Eingang dieser Vereinigung verkündet sich durch Feuererscheinung, d. i. durch Licht und Wärmeentwicklung. (Siehe Sauerstoff.)

Die Oxydirbarkeit ist eine Verbrennung im noch engeren Sinne; diese Bezeichnungsart für Verbrennung gebraucht man bei den Metallen und bezeichnet damit die Fähigkeit derselben, sich mit

dem genannten Antheil der Luft, nämlich mit dem Sauerstoffe zu verbinden und damit neue Körper, genannt Oxyde, zu bilden; und

9) die Reducirbarkeit*) ist diejenige Eigenschaft der Körper, vermöge welcher ein oxydirtes Metall auf das ihm zu Grunde liegende zurückgeführt werden kann; oder mit andern Worten, es ist die Wiederherstellung der Metalle aus ihren Oxyden.

Anmerkung. Als Reductionsmittel stehen in Anwendung: Wasserstoff, Kalium, Kohlenstoff, Natrium, starke Hitze, der sogenannte schwarze Fluss (eine Mischung von Kohle und Pottasche), ferner Oxyde, welche das Bestreben haben, noch mehr Sauerstoff aufzunehmen, und endlich noch die Electricität.

Die Summe aller Eigenschaften eines Körpers, wodurch er sich von andern Körper unterscheidet, sammt dem Maasse der Kraft, welche ein jeder Körper besitzt, um als solcher bestehen und auf andere Körper einwirken zu können, bilden die Natur eines Körpers.

Wir unterscheiden wesentliche und zufällige Eigenschaften der Körper. Zu den wesentlichen Eigenschaften eines Körpers, sie mögen nun physikalischer oder chemischer Natur sein, zählt man diejenigen, welche mit der Existenz eines Körpers zusammenhängen, ohne welche der Körper gar nicht bestehen kann, sich überhaupt nicht denken lässt. Zu den zufälligen Eigenschaften gehören diejenigen, welche nicht mit dem Wesen, mit der Existenz eines Körpers in Verbindung stehen.

Die Veränderungen, welche in den wesentlichen Eigenschaften der Körper vor sich gehen können, heissen qualitative oder dynamische Veränderungen, und diese sind nach dem Grade ihres Erfolges höchst verschieden und zahlreich, man kann sie eintheilen in formelle und substantielle Veränderungen.

Die formellen Veränderungen an den Körpern beschränken sich auf eine blosse Aenderung des Aggregatzustandes, oder auf eine verschiedene Uebereinanderlagerung der kleinsten Theile, z. B. bei allen Lösungen und Absorbirungen.

Die substantiellen Veränderungen greifen dagegen tiefer in das innere Wesen, in die Natur der Körper ein, hieher

*) Reducere, zurückführen.

gehören vor allem die chemischen Verbindungen und chemischen Zersetzungen.

Das Resultat der chemischen Vereinigung zweier oder mehrerer ungleichartigen Stoffe zu einem neuen, gleichartigen Ganzen heisst ein chemisches Product.

Eine chemische Verbindung ist wesentlich verschieden von einer mechanischen Vereinigung, und zwar können folgende charakterisirende Unterscheidungsmerkmale angegeben werden:

1) Eine chemische Verbindung findet nur nach bestimmten unabänderlichen Verhältnissen, nämlich nach den sogenannten Aequivalenten*) oder Mischungsgewichten (siehe später) statt, eine mechanische Vereinigung dagegen nach jedem Verhältnisse.

2) Eine chemische Verbindung kann nicht auf mechanischem, sondern nur wieder auf chemischem Wege gehoben werden; nur in selteneren Fällen können chemische Verbindungen durch Reibung, Druck oder Stoss, also auf mechanischem Wege gehoben werden; wobei aber diese mechanischen Kräfte wahrscheinlich nicht als solche, sondern dadurch wirken, dass sie eine schwache Temperaturerhöhung oder Electricitäts-Entwicklung hervorbringen.

Die mechanischen Vereinigungen dagegen lassen sich wieder auf mechanischem Wege trennen.

3) Bei chemischen Verbindungen kann man die verbundenen Bestandtheile weder mit freiem noch mit bewaffnetem Auge wieder erkennen, wohl aber ist dieses meistens bei mechanischen Vereinigungen der Fall, obwohl einige hievon eine Ausnahme machen, so dass man sie auf den ersten Blick für chemische Verbindungen halten könnte. Diese Art mechanische Vereinigungen, die man mit dem Namen Gemisch (zum Unterschiede von Gemenge) bezeichnet, stehen also der Grenze der chemischen Verbindungen schon sehr nahe, so dass gleichsam nur ein Punkt überschritten werden darf, um als chemische Verbindung auftreten zu können; ein Beispiel hiefür liefert uns das Schiesspulver.

4) Besteht ein weiteres Kennzeichen der chemischen Verbindungen darin, dass dieselben immer von Wärmeentwicklung, ja so-

*) Aequi-valio, gleichgelten; Aequivalent, eine Sache von gleicher Geltung.

gar von Feuererscheinungen begleitet sind, wie z. B. beim Löschen des gebrannten Kalkes steigt das Thermometer bis zum Kochpunkt des Wassers; bei den mechanischen Vereinigungen erfolgt in der Regel eine Abnahme in der Temperatur, so z. B. beschlägt sich das Glas beim Lösen des Zuckers in Wasser.

Die chemischen Verbindungen bilden also die erste Klasse der substantziellen Veränderungen in den wesentlichen Eigenschaften der Körper; in die zweite Klasse derselben gehören die Scheidungen, Trennungen und Absonderungen. Dem Gemenge steht gegenüber die Absonderung, dem Gemische die Trennung, der chemischen Verbindung die Scheidung (Analyse). Die Analyse als höchster Punkt der substantziellen Veränderungen eines Körpers ist jener Hergang, wobei ein gleichartiger Körper in zwei oder mehrere ungleichartige Bestandtheile zerlegt wird.

Die Scheidung, Analyse, eines gleichartigen Körpers in ungleichartige Bestandtheile kann eintreten:

- a) in Folge gesteigerter Hitze,
- b) durch Einwirkung des Lichts,
- c) durch den Lebensprocess,
- d) in Folge überwiegender chemischer Kräfte selbst, und
- e) vermöge der Electricität.

Wird eine chemische Verbindung mit Hilfe eines galvanischen Stromes, also durch Electricität zersetzt, so scheidet sich der eine Bestandtheil derselben am negativen, der andere am positiven Pole der Batterie ab. Da nun, aller Wahrscheinlichkeit nach, chemische und electrische Anziehungskraft als eine und dieselbe Ursache zu betrachten und bekanntlich sich die gleichnamigen Electricitäten abstossen, die ungleichnamigen dagegen anziehen — so muss dieser Hypothese zufolge derjenige Bestandtheil, welcher sich am negativen Pole ansammelt, selbst electropositiv, der dagegen am positiven Pole sich ausgeschiedene selbst electronegativ sein. Man setzt nämlich hiebei voraus, dass in dem Momente der Zersetzung durch die Einwirkung der Electricität der eine Bestandtheil negative, der andere positive Electricität erhalte.

Hinsichtlich der Schreibweise von chemischen Verbindungen mit Hilfe der chemischen Zeichen ist zu merken, dass man immer den electropositiven Bestandtheil voraus, den electronegativen dagegen nachschreibt.

Chemisch negativ nennt man diejenigen Elemente, welche mit Sauerstoff vorzüglich Säuren, chemisch positiv dagegen diejenigen, welche Basen

(siehe diese) bilden. Dieser angeführte electrische Gegensatz ist aber nicht absolut, sondern fast alle Stoffe haben nur einen relativen Gegensatz; so ist z. B. der Schwefel dem Eisen gegenüber electro-negativ, dem Sauerstoff aber gegenüber positiv; auf der einen Seite ist der Sauerstoff immer als electro-negativ, als Eindrücke ertheilend bekannt, auf der anderen dagegen aller Wahrscheinlichkeit nach der Wasserstoff immer als positiv, als Eindrücke annehmend, dastehend.

Bei fortgesetzter Zerlegung der gleichartigen Körper in ungleichartige Bestandtheile, kommt man endlich auf Stoffe, welche nach den bis jetzt bekannten Scheidungsmitteln und Scheidungsverfahren nicht mehr weiters in ungleichartige Bestandtheile zerlegt werden können, und diese nennt man Grundstoffe, Elementarbestandtheile, Elemente*). Wir behaupten desshalb noch nicht, dass diese Körper wirklich unzerlegbar seien, es kann sehr leicht geschehen, dass der künftige Fortschritt der Wissenschaft uns in den Stand setzen werde, Zersetzungen zu bewirken, wozu unsere jetzigen Mittel nicht ausreichen, und dass in diesem Falle eine gewisse Anzahl von Körpern, die wir jetzt als einfache betrachten, vielleicht selbst alle diese Stoffe als zusammengesetzt erkannt werden.

Zur Erleichterung des Studiums, hat man die Elemente in zwei Abtheilungen gebracht, nämlich in Nichtmetalle und in Metalle.

Diejenige Gruppe von Elementen, welche wir mit dem Namen Metalle**) bezeichnen, charakterisiren sich mehr oder weniger durch folgende Eigenschaften: Alle Metalle sind schmelzbar, gute Wärme- und Electricitätsleiter, haben einen eigenthümlichen Glanz, sind undurchsichtig; in Beziehung ihres Verhaltens zum Sauerstoffe der Luft und der Säuren unterscheidet man edle und unedle Metalle, in Beziehung ihres specifischen Gewichtes specifisch leichte und schwere; erstere besitzen ein specifisches Gewicht unter, letztere über 5. Edle Metalle nennen wir nicht etwa diejenigen, welche in der Natur selten vorkommen, eine grosse Anwendung haben und daher hoch im Preise stehen, sondern diejenigen, welche

*) Element von alimentum (Nahrungsmittel), weil sich die Alten vorstellten, dass die Elemente die Nahrungsmittel für alle Geschöpfe abgeben.

**) Von μετά unter und ἄλλος anderer, weil die Metalle selten einzeln vorkommen.

gegen den Sauerstoff der Luft, des Wassers und der Säuren eine grosse Widerstandsfähigkeit besitzen, schwer ihren Glanz und ihren übrigen metallischen Charakter verlieren, also nicht rosten. — Die specifisch leichten Metalle kommen in der Natur niemals rein, sondern immer in Verbindung mit anderen Stoffen vor. Fast alle, mit dem Sauerstoffe in Berührung, verbinden sich mit demselben, verlieren dadurch ihre physikalischen und chemischen Eigenschaften und bilden neue Körper. Bei weitem die wenigsten der Metalle kommen in der Natur im gediegenen, d. h. für sich im freien Zustande vor; die specifisch leichten, wie Kalium, Natrium, Calcium etc. gar nie, und die specifisch schweren nur selten und in geringer Menge, sondern meistens theils vererzt*) d. h. in Verbindung mit anderen Stoffen, besonders mit Sauerstoff, Schwefel, Phosphor, Kohlensäure, Wasser etc. Am häufigsten sind die Verbindungen der Metalle mit dem Sauerstoffe, wodurch sie meistens ihren Glanz verlieren und eine lebhafte Farbe annehmen.

Die Vereinigungen der Metalle unter sich in bestimmten Verhältnissen im feuerflüssigen Zustande nennt man Legirungen,**) wenn sie mit Quecksilber gebildet wurden, Amalgame***).

Die Nichtmetalle oder Ametalle besitzen keinen Metallglanz, kommen in allen drei Aggregatzuständen vor, während dagegen von den Metallen keines bei gewöhnlicher Temperatur dem gasförmigen, und nur eines, nämlich das Quecksilber, dem tropfbar flüssigen Zustande angehört; ferner sind die Ametalle schlechte Leiter für Wärme und Electricität, und besitzen meistens nur ein geringes specifisches Gewicht; sie finden sich in der Natur theils im freien Zustande, theils in Verbindung mit andern Substanzen, ihre Verbindungen mit dem Sauerstoff sind meistens Säuren.

Die zur Zeit bekannten Elemente mögen hier ihren Namen, chemischen Zeichen und ihren stochiometrischen Zahlen, ihren Aequivalenten (siehe diese) nach Erwähnung finden.

*) Erz, vererzt, vom arabischen erez (Erde), — in der Erde vorkommend.

**) Ligare, verbinden, verschiedene Metalle zusammenschmelzen.

***) Amalgama oder die Lösung eines Metalles in Quecksilber, von *ἀμα* zugleich, gleichmässig mit *γαμειν* verbinden.

Bezeichnung und Namen der Elemente.			Chemische Aequivalente.		
			Zeichen.	Berechnet auf Sauerstoff = 100.	Berechnet auf Was- serstoff = 1.
Ametalle.	Luftbilder	Sauerstoff (Oxygen) . .	O	100,0	8,0
		Wasserstoff (Hydrogen)	H	12,5	1,0
		Stickstoff (Nitrogen) . .	N	175,0	14,0
	Salzbilder	Chlor	Cl	443,7	35,5
		Brom	Br	978,8	78,3
		Jod	J	1578,8	126,3
		Fluor	Fl	240,0	19,2
	Erzbilder	Schwefel (Sulphur) . .	S	200,2	16,0
		Selen	Se	491,2	39,3
		Phosphor	P	400,0	32,0
		Bor	B	136,2	10,9
	Edelsteinbilder	Kiesel (Silicium)	Si	266,7	21,3
		Kohlenstoff (Carbon) . .	C	75,0	6,0
		Kalium	K	490,0	39,3
Metalle.	Leichte Metalle. Specifisches Gewicht unter 5,0.	Natrium	Na	287,2	23,0
		Lithium	Li	80,0	6,4
		Barium	Ba	856,3	68,5
		Strontium	Sr	548,0	43,8
		Calcium	Ca	250,0	20,0
		Magnesium	Mg	150,0	12,0
		Aluminium	Al	171,2	13,7
		Beryllium	Be	87,5	7,0
		Erbium	Er	—	—
		Terbium	Tr	—	—
	Schwere oder Erzmamente. Specifisches Gewicht über 5,0.	Thorium	Th	743,9	59,5
		Yttrium	Y	402,3	32,2
		Zirconium	Zr	420,0	33,6
		Cerium	Ce	590,8	47,3
		Didym	Di	620,0	49,6
		Lanthan	La	588,0	47,0
		Mangan	Mn	345,0	27,6
		Uran	U	750,0	60,0
		Zink	Zn	406,6	32,5
		Eisen (Ferrum)	Fe	350,0	28,0
		Kobalt (Cobaltum)	Co	369,0	29,5
		Nickel	Ni	370,0	29,6

Bezeichnung und Namen der Elemente.			Chemische Aequivalente.		
			Zeichen.	Berechnet auf Sauerstoff = 100.	Berechnet auf Was- serstoff = 1.
Metalle. Schwere oder Erzmatalle. Specifisches Gewicht über 5,0.	Unedle Metalle, welche vor- zugsweise Basen bilden.	Cadmium	Cd	696,8	55,7
		Zinn (Stannum)	Sn	725,0	58,0
		Blei (Plumbum)	Pb	1295,0	103,6
		Wismuth (Bismuthum)	Bi	1330,0	106,4
		Kupfer (Cuprum)	Cu	396,6	31,7
		Quecksilber(Hydrargyr)	Hg	1250,0	100,0
		Silber (Argentum)	Ag	1350,0	108,0
		Gold (Aurum)	Au	2462,5	197,0
		Platin	Pt	1232,5	98,6
		Iridium	Ir	1233,7	98,7
	Edle Metalle. Unedle Metalle, welche vorzugsweise Säuren bilden.	Palladium	Pd	665,0	53,2
		Rhodium	Rh	653,0	52,2
		Ruthenium	Ru	646,8	51,7
		Osmium	Os	1244,2	99,5
		Arsen	As	937,5	75,0
		Antimon (Stibium)	Sb	1162,5	129,0
		Chrom	Cr	328,0	26,2
		Molybdän	Mo	589,0	47,1
		Niobium	Nb	—	—
		Pelopium	Pe	—	—
		Tantal	Ta	—	—
		Tellur	Te	806,5	64,5
		Titan	Ti	314,8	25,2
		Vanadin	V	856,0	68,5
		Wolfram	W	1150,0	92,0

Diese einfachen Stoffe, diese Elemente können sich unter gewissen Verhältnissen wechselseitig durchdringen und neue Erzeugnisse, neue Producte liefern, und die hiefür erforderlichen Bedingungen sind:

- Die sich zu vereinigenden Stoffe müssen sich berühren, denn die Affinität wirkt nur auf unmessbar kleine Entfernung hin, d. h. bei unmittelbarer Berührung;
- müssen dieselben verschiedener Natur, heterogen, sein, und

c) müssen die Cohärenzverhältnisse, welche der etwaigen Durchdringung im Wege stehen können, aufgehoben werden, sie müssen amorph sein; — *Corpora non agunt nisi fluida*.

Anmerkung. Ausser den eben angeführten Bedingungen ist, um die chemische Thätigkeit zwischen verwandten Stoffen in vielen Fällen rege zu machen, eine Verdichtung durch Druck, eine bestimmte Temperatur, Lichteinwirkung u. s. w. erforderlich. Manche Stoffe verbinden oder trennen sich erst in Berührung mit einem anderen (katalytisch*) wirkenden Körper, ohne dass letzterer eine Verbindung mit ihnen eingeht; und wir nennen die dabei wirkende geheimnissvolle Kraft Katalyse. So wird das Wasserstoffsuperoxyd = HO^2 in Wasser und Sauerstoff zerlegt, wenn man ein edles Metall hineinbringt; das edle Metall erleidet dadurch keine Veränderung, verbindet sich namentlich nicht mit dem freigewordenen Sauerstoffe. Gewisse sogenannte Selbstzersetzungen, z. B. das Faulen des feuchten Fleisches, müssen gleichfalls hieher gerechnet werden, denn wir kennen wohl die Bedingungen der Fäulniss, nicht aber ihre Ursachen.

Alle Stoffe vereinigen sich am leichtesten im Momente ihrer Freiwerdung aus einer Verbindung in *status nascens*, manche sogar nur unter dieser Bedingung. Viele Verbindungen erzeugen sich nur unter unmittelbarer Mitwirkung der Lebenskraft, z. B. Stärkmehl, Fett u. dergl., diese heissen organische Verbindungen.

Werden diese drei oben angeführten Bedingungen erfüllt, so zeigen sich bei einer derartigen chemischen Durchdringung und Vereinigung verschiedene, mehr oder minder auffallende Erscheinungen, wie z. B. Licht- und Wärme-Entwicklungen, Aufblähungen, Aushauchen von Gasarten u. s. w., bis der neue Körper gebildet ist.

Die verschiedenen chemischen Verbindungen, welche durch die Vereinigung dieser aufgezählten Elemente zu einem neuen, gleichartigen Ganzen entstehen, werden in vier Ordnungen gebracht.

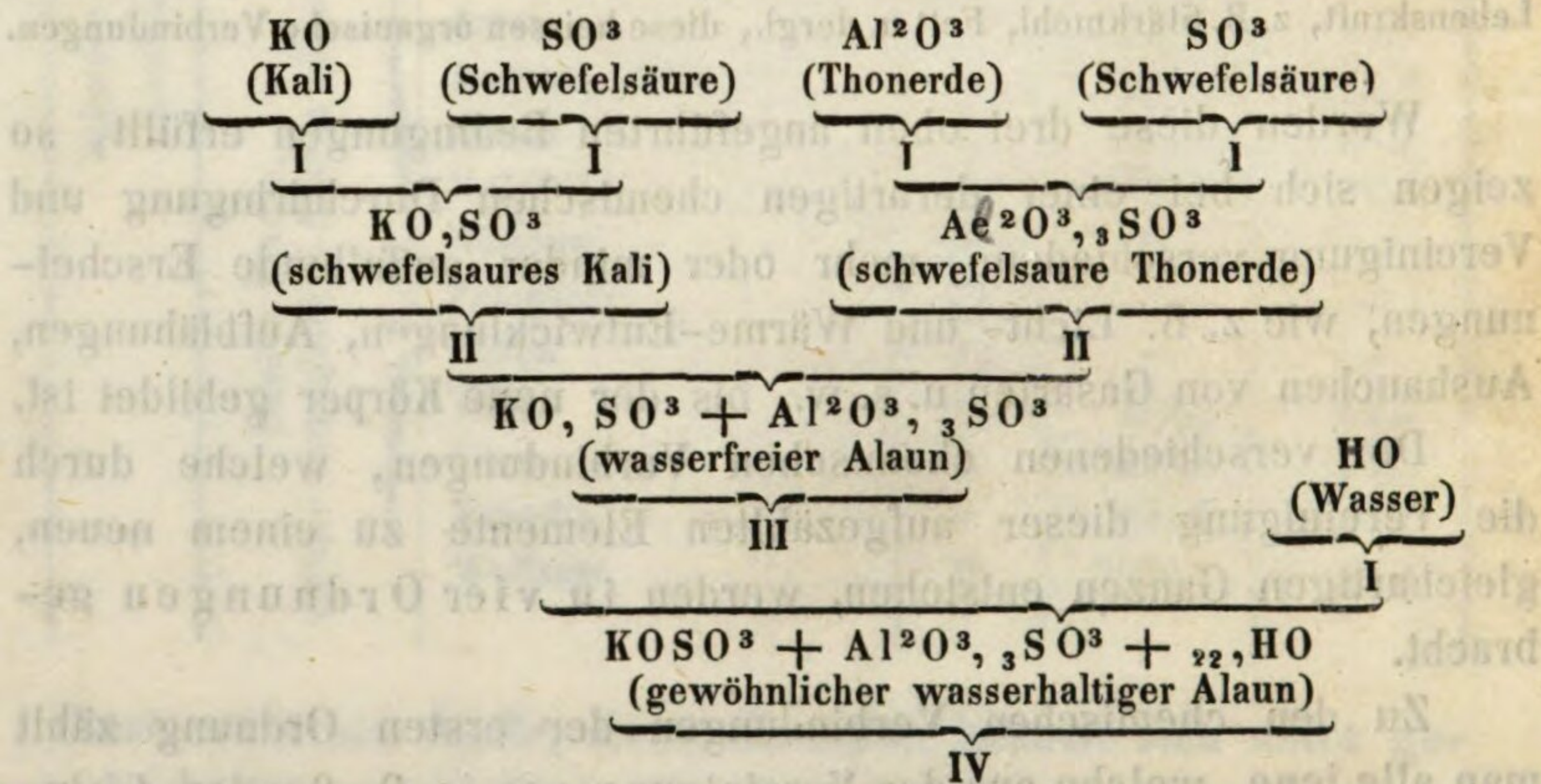
Zu den chemischen Verbindungen der ersten Ordnung zählt man alle jene, welche aus der Vereinigung von je 2, 3 oder 4 einfachen Stoffen entspringen, wornach man binäre, ternäre und quaternäre Verbindungen der ersten Ordnung unterscheidet; z. B. Kali = KO und Schwefelsäure = SO^3 sind binäre Verbindungen, die Essigsäure = $\text{C}^4\text{H}^4\text{O}^4$ ist eine ternäre Verbindung, der Hornstoff = $\text{C}^2\text{H}^4\text{O}^2\text{N}^2$ eine quaternäre Verbindung der ersten Ordnung.

*) *καταλύω* zerstören, eine Zersetzung veranlassen.

Zwei Verbindungen der ersten Ordnung geben eine Verbindung der zweiten Ordnung; Kali = KO und Schwefelsäure = SO³ sind Verbindungen der ersten Ordnung, folglich bilden beide zusammen das schwefelsaure Kali, eine Verbindung der zweiten Ordnung.

Zwei Verbindungen der zweiten Ordnung geben eine Verbindung der dritten Ordnung; das schwefelsaure Kali ist eine Verbindung der zweiten Ordnung, aus demselben Grunde auch die schwefelsaure Thonerde = Al²O³.₃SO³; beide zusammen bilden also eine Verbindung der dritten Ordnung, d. i. KOSO³ + Al²O³.₃SO³. Tritt zu einer Verbindung der dritten Ordnung eine Verbindung der ersten Ordnung, so haben wir eine Verbindung der vierten Ordnung. Die vorhergehende Doppelverbindung bestehend aus schwefelsaurem Kali und schwefelsaurer Thonerde ist eine Verbindung der dritten Ordnung; tritt zu dieser noch eine Verbindung der ersten z. B. Wasser = HO, so haben wir eine Verbindung der vierten Ordnung.

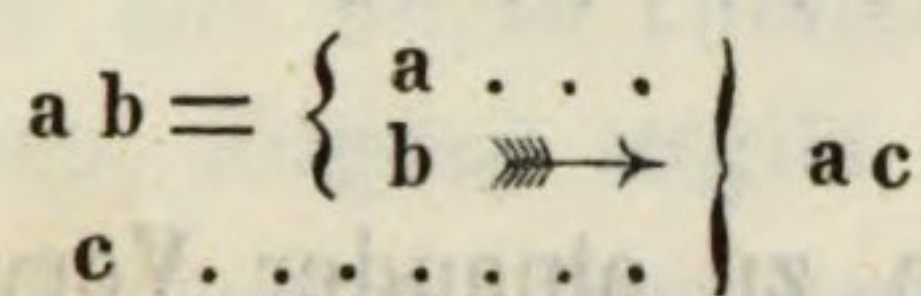
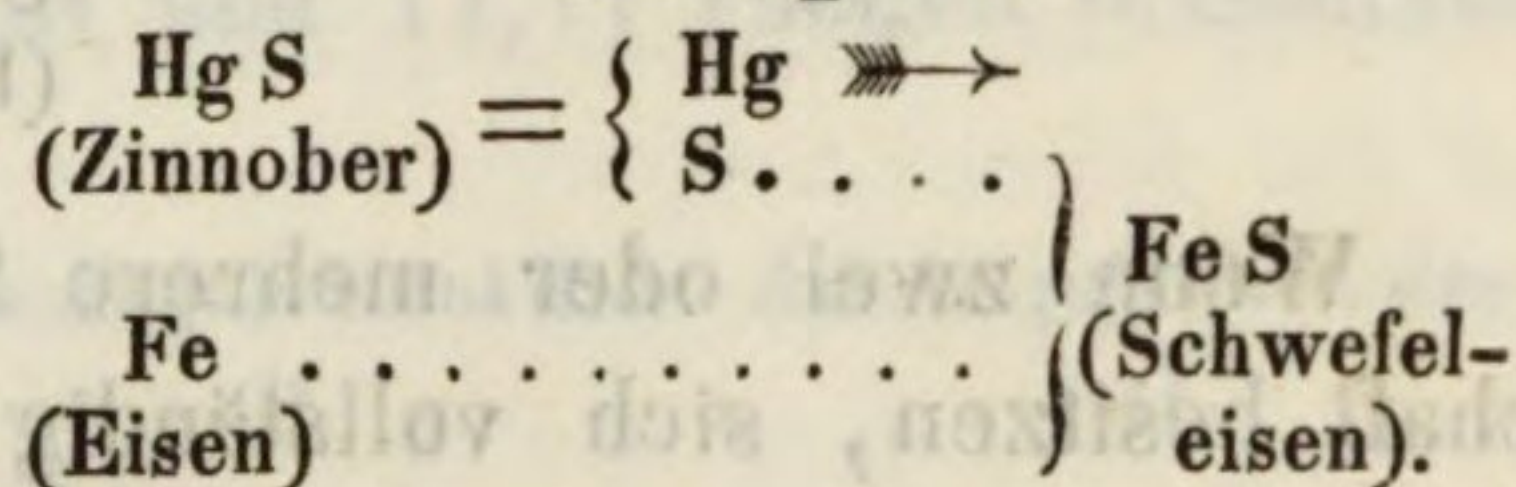
Folgendes Schema mag das Angeführte näher versinnlichen.



Die chemische Verwandtschaft, welche die verschiedenen chemischen Verbindungen bewirkt, äussert sich indessen zwischen den einzelnen Stoffen in einem sehr verschiedenen Grade, und ist in der Regel um so stärker, je entgegengesetzter und verschiedenartiger dieselben in ihren sonstigen Eigenschaften sind. Die Ursache dieser Erscheinungen schreibt man einer Wahlverwandtschaft zu, und unterscheidet eine einfache Wahlverwandtschaft,

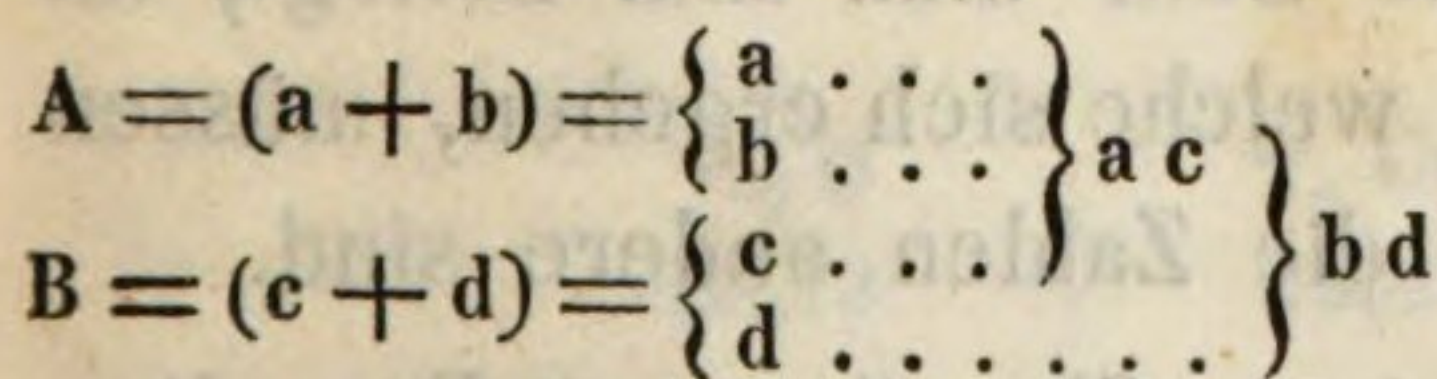
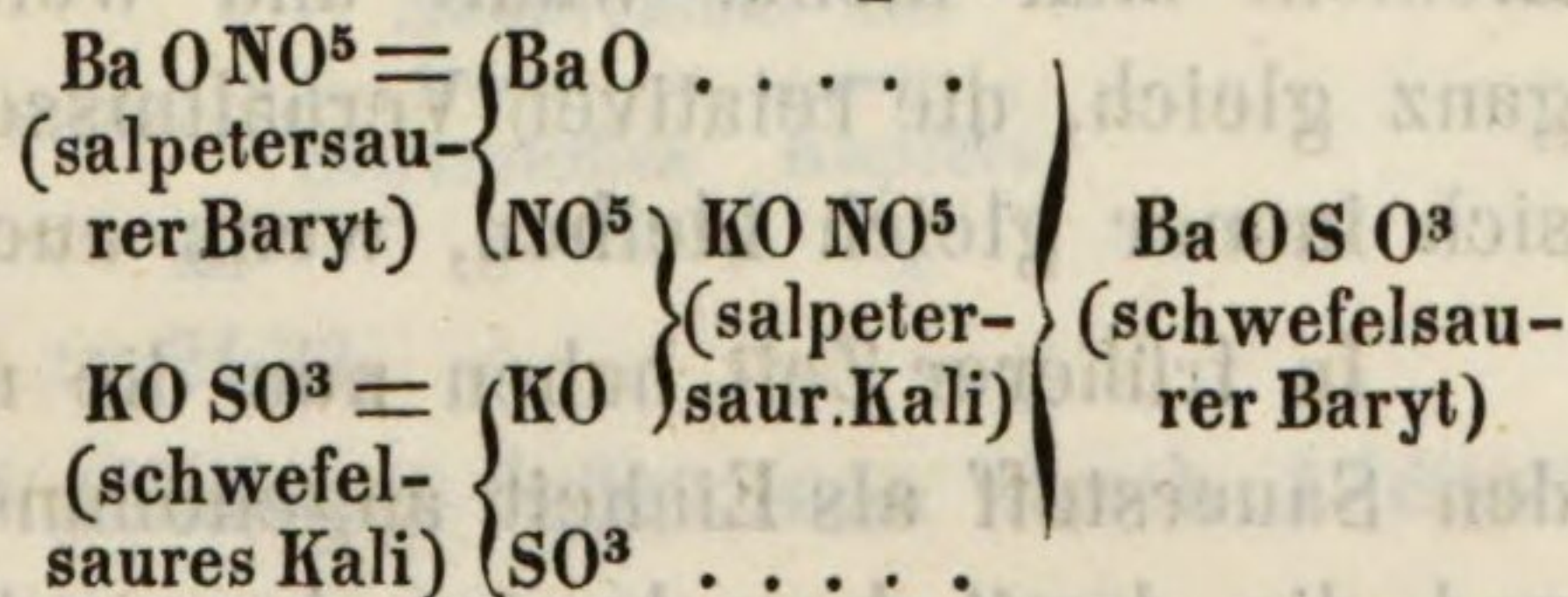
eine doppelte Wahlverwandtschaft, und eine prädisponirende Verwandtschaft.

Die einfache Wahlverwandtschaft tritt dann ein, wenn die Verbindung zweier Stoffe a b durch einen dritten c in der Art aufgehoben wird, dass der hinzutretende Stoff c sich mit einem der vorher verbundenen, z. B. mit a vereinigt, und dadurch den neuen Körper a c bildet, und den andern b aus seiner Verbindung verdrängt und ausscheidet;

Formel:**Beispiel:**

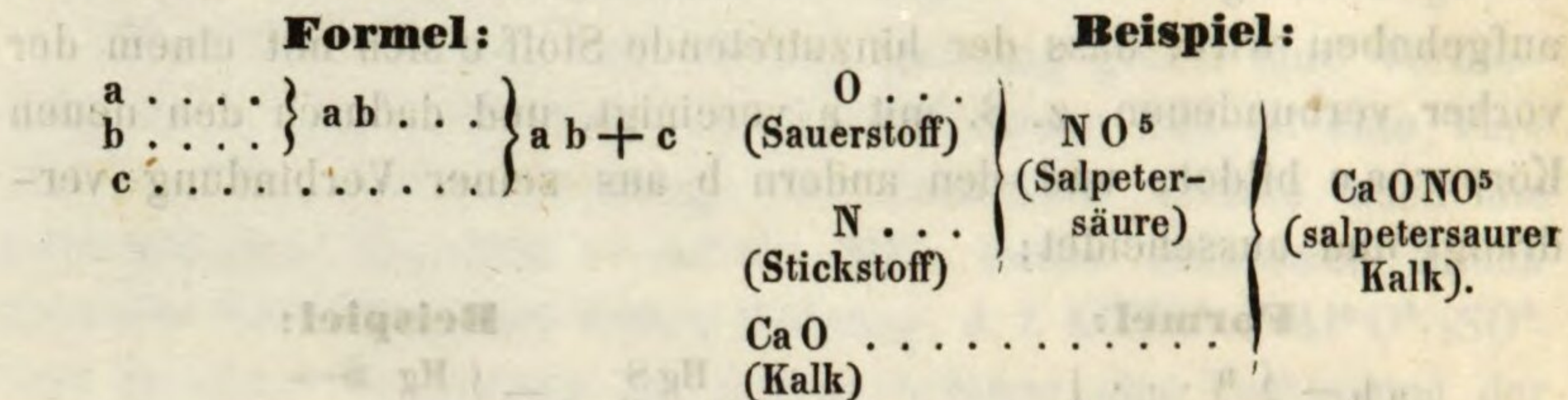
Die doppelte Wahlverwandtschaft findet dann statt, wenn zwei Körper = A und B, von welchen jeder aus zwei ungleichartigen Stoffen, (also A aus a und b, und B aus c und d besteht) bei ihrem Zusammentreten ihre Bestandtheile wechselseitig austauschen, so dass zwei neue Körper C (= ac) und D (= bd) gebildet werden.

Ein Beispiel hiefür liefert uns die Zersetzung des salpetersauren Baryt's durch schwefelsaures Kali, wobei salpetersaures Kali und schwefelsaurer Baryt gebildet wird.

Formel:**Beispiel:**

Die prädisponirende Verwandtschaft tritt dann ein, wenn zwei Stoffe a und b, welche sich unter den gewöhnlichen Umständen nicht mit einander vereinigen würden, durch einen dritten Stoff c, der weder zu a noch zu b, wohl aber zur Verbindung beider, also zu a b eine Verwandtschaft besitzt, gezwungen werden, sich unter sich und dann mit c zu verbinden. War einer der beiden Stoffe a oder b vorher noch mit einem andern Stoffe verbunden, so wird

letzterer ausgeschieden. Beispiele geben die Verbindungen des Sauerstoffes mit dem Stickstoff zu Salpetersäure unter Vermittlung des Kalkes, der sich alsdann die Salpetersäure aneignet und salpetersauren Kalk bildet.



Wenn zwei oder mehrere Stoffe, die zu einander Verwandtschaft besitzen, sich vollständig zu einer chemischen Verbindung vereinigen sollen, so muss jeder derselben in einer bestimmten Gewichtsmenge vorhanden sein. Wird von dem einen oder anderen Stoffe zu viel angewendet, so bleibt der Ueberschuss frei und geht nicht in die Verbindung über. — Diejenigen Zahlen nun, welche die bestimmten Gewichtsmengen angeben, in welchen sich die einzelnen Stoffe verbinden und in Verbindungen gegenseitig ersetzen können, nennt man Mischungsgewichte oder chemische Aequivalente und die Lehre von denselben heisst Stöchiometrie*). Um das Mischungsgewicht der verschiedenen Stoffe zu bestimmen, muss man einen derselben als Einheit annehmen; welches Element man hiebei wählt und welche Zahl man ihm beilegt, ist ganz gleich, die relativen Verhältnisse, welche sich ergeben, müssen sich immer gleich bleiben, wenn auch die Zahlen andere sind.

In früherer Zeit haben nun die meisten Chemiker mit Berzelius den Sauerstoff als Einheit angenommen, ihm die Zahl 100 gegeben und die damit berechneten Aequivalente in Anwendung gebracht; jetzt nehmen wohl die meisten Chemiker mit Dalton die Zahl 1 als Einheit an und die damit berechneten Atomgewichtszahlen. Diese Zahlen sind viel kleiner, und desshalb auch leichter im Gedächtnisse zu behalten. Um das Aequivalent eines Elementes zu bestimmen, sucht man die procentische Zusammensetzung einer der

*) στοιχείον der Grundstoff und μετρία Messkunst (μετρέω messen).

best bekanntesten Verbindungen desselben Elementes (wo möglich wählt man dazu eine niedere Sauerstoffverbindung) und bestimmt dann mit Hilfe des erhaltenen Resultats auf einfachem proportionalen Wege das Aequivalent.

Es sollen z. B. (nach Voraussetzung Wasserstoff = 1) die Aequivalente folgender zwei Elemente berechnet werden:

a) des Sauerstoffes.

Eine der bekanntesten Verbindungen des Sauerstoffes ist das Wasser = HO; durch die Analyse findet man, dass 100 Theile Wasser aus 88,89 Theilen Sauerstoff und 11,11 Theilen Wasserstoff bestehen, folglich ergibt sich:

$$\begin{array}{ccccccc} \text{Procentgehalt an} & & \text{Procentgehalt an} & & \text{das Aequivalent des} & & \text{das Aequivalent des} \\ \text{H} & : & \text{O} & = & \text{H} & : & \text{O} \\ & & & \text{oder:} & & & \\ & & & 11,11 : 88,89 = 1 : x & & & \\ & & & x = \frac{88,89}{11,11} = 8. & & & \end{array}$$

Das Aequivalent des Sauerstoffes ist sonach, nach der Annahme $H = 1$, — gleich 8.

b) des Kupfers.

Zur Bestimmung des Procentgehaltes wählt man hier das Kupfer-Oxyd = CuO und zwar besteht dasselbe aus 20,15 % Sauerstoff und 77,87 % Kupfer, folglich ergibt sich:

$$\begin{array}{ccccccc} & & & & \text{Aequivalent des} & & \\ & & & & \text{Sauerstoffes} & \text{Kupfers} & \\ \% \text{ O} & : & \% \text{ Cu} & = & 8 & : & x \\ 20,13 & : & 79,87 & = & & : & \\ & & & x = 31,73. & & & \end{array}$$

Das Aequivalent einer Verbindung findet man durch Addition der Aequivalente ihrer Elemente.

Um die Aequivalente für $H = 1$ in diejenigen für $O = 100$ zu verwandeln, hat man nur die Aequivalente, welche nach dem Wasserstoff berechnet, mit 100 zu multipliciren und mit 8 zu dividiren.

Z. B. wie gross ist das Aequivalent des Wasserstoffes, wenn das des Sauerstoffes gleich 100 ist:

$$\frac{1 \cdot 100}{8} = \frac{100}{8} = 12,5.$$

Will man umgekehrt die nach dem Sauerstoff berechneten Aequivalente in diejenigen für Wasserstoff = 1 überführen, so multiplicirt man diese Aequivalente mit 8 und dividirt mit 100.

Z. B. das Aequivalent des Cu = 396,6 (bei der Annahme O = 100), wie gross ist das Aequivalent dieses Elements, wenn H = 1 angenommen wird:

$$\frac{396,6 \cdot 8}{100} = 31,72.$$

Von den Mischungsgewichten oder Aequivalenten verschieden sind die Mischungsgewichts-Zahlen, nach welchen die Elemente in einem chemischen Product verbunden sind; man erhält sie dadurch, dass man die Mischungsgewichte der einzelnen Stoffe in ihre Gewichtsprocente dividirt, und die erhaltenen Quotienten vergleicht.

Z. B. die Schwefelsäure besteht aus 60 % O und 40 % S, diesen Procentgehalt durch die entsprechenden Mischungsgewichte dividirt, ergibt sich:

$$\frac{60}{8} = 7,5 \text{ und } \frac{40}{16} = 2,5;$$

die dadurch erhaltenen Quotienten mit einander verglichen, bekommt man die Verhältnisszahlen 3 und 1, folglich besteht die Schwefelsäure aus 1 Aequivalent S und 3 Aequivalenten O und ihre chemische Formel ist SO^3 .

Die schwefelige Säure besteht aus 50 % O und 50 % S; die unterschwefelige Säure dagegen aus 33,3 % O und 66,7 % S, aus demselben Grunde ergibt sich als chemische Formel für schwefelige Säure SO^2 und für die unterschwefelige Säure SO.

Aus der Analyse eines organischen Körpers die Anzahl der Aequivalente zu berechnen, geschieht ebenfalls durch Division der Mischungsgewichte in die erhaltenen Gewichtsprocente und nachherige Vergleichung der Quotienten.

Die absolute Anzahl kann man indessen zuverlässig nur bei den als Säuren oder Basen sich verhaltenden und daher sichere chemische Verbindungen eingehenden organischen Körpern er-

forschen, weniger zuverlässig bei jenen, welche sich mit andern Körpern in mehreren Verhältnissen verbinden, ohne dass man leicht entscheiden könnte, welche Verbindung die neutrale sei. Bei indifferenten Körpern dagegen hat man kein Criterium, um die absolute Anzahl der Elemente zu erforschen.

Z. B. der Milchzucker besteht aus

C	40,13
H	6,76
O	53,11

100

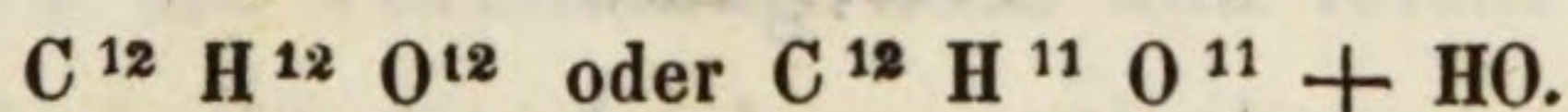
Nach vollzogener Division mittelst der entsprechenden Aequivalente ergibt sich :

$$0,535 = 535 = 1$$

$$0,540 = 540 = 1$$

$$0,531 = 531 = 1$$

Wegen seiner Aehnlichkeit aber mit anderen Zuckerarten, deren Formel durch C^{12} ausgedrückt werden muss, schreibt man auch hier



Hat man es mit einer Säure zu thun, so bestimmt man zuerst das Aequivalent derselben durch die Analyse ihres Silberoxydsalzes oder eines anderen Salzes; vor Allem aber muss man genau ermitteln, ob die Säure ein-, zwei- oder dreibasisch ist.

Z. B. die Benzoësäure (BzO), auf verschiedene Versuche gestützt, ist eine einbasische Säure. 100 Theile benzoësaures Silberoxyd hinterlassen nach dem Glühen 47,155 Theile metallisches Silber.

Aus der Zusammensetzung des Silberoxyds berechnet man, auf wie viel Silberoxyd die so eben erhaltene Menge Silber schliessen lässt:

$$\text{Aequiv. d. Ag. : Aequiv. d. AgO.} = \text{Menge d. Ag. : Menge d. AgO.}$$

$$1350 : 1450 = 47,155 : x$$

$$x = 50,649 \text{ Theile AgO., diese geben mit}$$

$$49,351 \text{ Theilen wasserfreier Benzoësäure}$$

$$100 \text{ Theile benzoësaures Silberoxyd.}$$

Das Aequivalent der Benzoësäure findet man nun:

$$\text{Menge d. AgO. : Menge d. BzO.} = \text{Aequiv. d. AgO. : Aequiv. d. BzO.}$$

$$50,649 : 49,351 = 1450 : x$$

$$x = 1412,5 \text{ als Aequivalent der Benzoësäure.}$$

Nun ist die relative und absolute Anzahl der Aequivalente der Bestandtheile zu suchen.

Nach Liebig bestehen 100 Theile Benzoësäure aus:

74,43 C

4,34 H

21,23 O

Durch Proportion berechnet man aus dieser Zusammensetzung die Menge an C, H und O in 1412,5 Benzoësäure:

Bz O C Bz O C

$$\text{a) } 100 : 74,43 = 1412,5 : x$$

$$x = 1051,32 \text{ Theile C}$$

$$\text{b) } 100 : 4,34 = 1412,5 : x$$

$$x = 61,30 \text{ Theile H}$$

$$\text{c) } 100 : 21,23 = 1412,5 : x$$

$$x = 299,88 \text{ Theile O.}$$

Diese 3 Resultate addirt, ergeben sich wieder:

$$1412,5 \text{ Bz O}$$

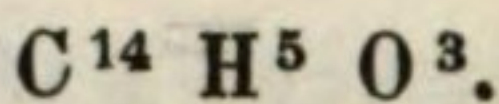
Man findet nun die relative und absolute Anzahl der Aequivalente der Bestandtheile durch Division der entsprechenden Aequivalente in die so eben erhaltenen Prozentverhältnisse von einem Aequivalent Benzoësäure:

$$\text{a) für C ergibt sich } \dots \frac{1051,32}{75,0} = 14$$

$$\text{b) „ H „ „ } \dots \frac{61,30}{12,5} = 4,9 \text{ (also nahezu 5).}$$

$$\text{c) „ O „ „ } \dots \frac{299,88}{100} = 2,99 \text{ „ „ „ 3.}$$

Folglich besteht 1 Aequivalent wasserfreier Benzoësäure aus:



Zur Bestimmung der Aequivalente der organischen Salzbasen bedient man sich am besten des von Liebig angegebenen Verfahrens; man verwandelt nämlich die organische Salzbasis durch Platinchlorid in ein Doppelsalz, welches dem Platinsalmiak ähnlich zusammengesetzt ist.

Als Beispiel diene das Morphinum.

0,784 Gran des Doppelsalzes hinterliessen nach dem Glühen 0,153 Gran metallisches Platin; folglich ergibt sich die Proportion:

Menge d. Pl. : Menge d. Doppelsalzes = Aequiv. d. Pl. : Aequiv. d. Doppels.

$$0,153 : 0,784 = 1232,08 : x$$

$$x = 6313,4$$

Zieht man hievon 1 Aequivalent Platinchlorid ab . . . 2118,64

so erhält man ein Aequivalent wasserfreies salzsaures Morphin . . . 4194,7

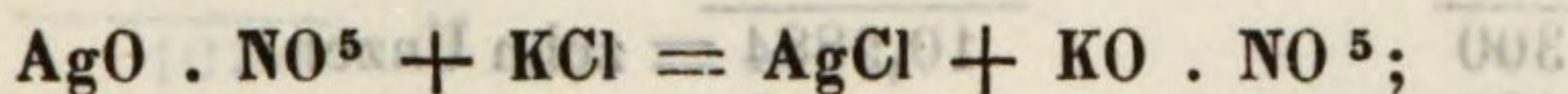
Zieht man ferner ein Aequivalent Salzsäure = 455,78

davon, so erhält man für 1 Aequivalent Morphin die Zahl 3738,98

Die Verbindung eines Stoffes mit Sauerstoff wird oft blos durch einen über den Buchstaben des ersteren gesetzten Punkt bezeichnet, mit dem er alsdann ein Zeichen ausmacht, ebenso die mit Schwefel durch einen über den Buchstaben gesetzten Accent. Statt HO kann man daher auch schreiben: $\dot{H}$, statt HS: $\acute{H}$.

Der hauptsächlichste Nutzen, welchen die chemischen Formeln gewähren, ist folgender:

- 1) sie stellen die Verbindung kurz und leicht übersichtlich dar;
- 2) lässt sich damit die Analyse controliren;
- 3) machen sie den Process bei den chemischen Zersetzungen anschaulich und leicht verständlich, z. B.:



- 4) sind sie für den chemischen Techniker von grosser Wichtigkeit, was einige Beispiele aus der pharmaceutischen Praxis zeigen werden.

Wie viel braucht man englische Schwefelsäure, um aus 3 Pfund Bleizucker die Essigsäure auszutreiben; wie viel Essigsäure erhält man, und wieviel ist darin an Wasser und trockener Säure enthalten?

- 1) Wie viel englische Schwefelsäure zur Zerlegung von 3 Pfund Bleizucker?

Um das essigsaure Bleioxyd mit englischer Schwefelsäure zu zerlegen, ist zuerst zu wissen nöthig, dass diese Säure auf ein Aequivalent trockener Säure zwei Aequivalente Wasser hat, und die Aequiv.-Zahl derselben ist also $(5,01 + 2 \cdot 1,12 =) 7,24$; die

Aequiv.-Zahl des Bleizuckers, welcher aus 1 Aequivalent Essigsäure, 1 Aequivalent Bleioxyd und 3 Aequivalenten Wasser besteht, ist 23,74.

$$\begin{array}{r}
 23,74 : 7,25 = 3 : x \\
 \hline
 23,74 \mid 21,750 \mid 0,9161 \\
 \underline{12366} \\
 3840 \\
 \underline{2374} \\
 14660 \\
 \underline{14244} \\
 4160 \\
 \underline{2374} \\
 1786
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{r}
 0,9161 = \text{kein Pfund,} \\
 \hline
 12 \\
 \underline{18322} \\
 9161 \\
 \underline{10,9932} = \text{zehn Unzen.} \\
 8 \\
 \underline{7,9456} = \text{sieben Drachmen.} \\
 60 \\
 \underline{56,7360} = \text{fünfzig und sechs Gran.}
 \end{array}$$

Zur Zerlegung von 3 Pfund Bleizucker sind also nöthig an englischer Schwefelsäure 10 Unzen 7 Drachmen 56 Gran.

Dasselbe Exempel, berechnet nach der Annahme des Wasserstoffes = 1 :

$$\begin{array}{r}
 190 : 58 = 3 : x \\
 \hline
 190 \mid 17400 \mid 0,9157 \\
 \underline{1710} \\
 300 \\
 \underline{190} \\
 1100 \\
 \underline{950} \\
 1500 \\
 \underline{1300} \\
 170
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{r}
 0,9157 = \text{kein Pfund.} \\
 \hline
 12 \\
 \underline{18314} \\
 9157 \\
 \underline{10,9884} = \text{zehn Unzen.} \\
 8 \\
 \underline{7,9072} = \text{sieben Drachmen.} \\
 60 \\
 \underline{54,4320} = \text{fünfzig und vier Gran.}
 \end{array}$$

2) Wie viel hypothetisch trockene Essigsäure erhält man?

Um zu berechnen, wie viel trockene Essigsäure aus 3 Pfund Bleizucker erhalten werden muss, braucht man nur zu wissen, dass ein Aequivalent Schwefelsäure ein Aequivalent Essigsäure austreibt. Man setzt daher in der Proportion in's erste Glied das Aequivalent der Schwefelsäure; in's zweite Glied das Aequivalent der Essigsäure und ins dritte Glied die Menge Schwefelsäure, welche zur Zerlegung von 3 Pfund Bleizucker nöthig war.

$$7,25 : 6,43 = 0,9161 : x$$

$$\begin{array}{r} 6,43 \\ \underline{27483} \\ 36644 \\ 54966 \\ \hline 7,25 | 5,890523 | 0,8124 \\ 5800 \\ \hline 905 \\ 725 \\ \hline 1802 \\ 1450 \\ \hline 3523 \\ 2900 \\ \hline 623 \end{array}$$

$$0,8124 = \text{kein Pfund.}$$

$$\begin{array}{r} 12 \\ \underline{16248} \\ 8124 \\ \hline 9,7488 = \text{neun Unzen.} \\ 8 \\ \hline 5,9904 = \text{fünf Drachmen.} \end{array}$$

Dasselbe Exempel, berechnet nach der Annahme des Wasserstoffes = 1 :

$$58 : 51 = 0,9157$$

$$\begin{array}{r} 51 \\ \underline{9157} \\ 45785 \\ \hline 58 | 46,7007 | 0,8051 \\ 464 \\ \hline 300 \\ 290 \\ \hline 107 \\ 58 \\ \hline 49 \end{array}$$

$$0,8051 = \text{kein Pfund.}$$

$$\begin{array}{r} 12 \\ \underline{16102} \\ 8051 \\ \hline 9,6612 = \text{neun Unzen.} \\ 8 \\ \hline 5,2896 = \text{fünf Drachmen.} \end{array}$$

Drei Pfund Bleizucker geben also 9 Unzen 5 Drachmen hypothetisch trockene Essigsäure.

3) Wie viel Wasser geht mit der Essigsäure über?

Wir haben oben gesehen, dass ein Aequivalent Bleizucker 3 Aequivalente Wasser enthält, und haben eine Schwefelsäure angewendet, welche 2 Aequivalente Wasser mitbrachte. Da nun nach der Zersetzung des essigsauren Bleioxyds ein wasserfreies Salz (schwefelsaures Bleioxyd) zurückbleibt, so folgt daraus, dass alles vorhandene Wasser, sowohl das aus dem Bleizucker, als das in der Schwefelsäure vorhandene, mit der sich abscheidenden Essigsäure in Gesellschaft übergeht, wodurch das absolute Gewicht der letzteren nicht unbedeutend vermehrt wird.

Wir haben demzufolge

- 1) den Bleizucker zu fragen: wenn 1 Aequivalent (= 23,74) 3 Aequivalente (= 3,36) Wasser enthalten; wie viel sind in 36 Unzen enthalten?

$$23,74 : 3,36 = 36 : x$$

$$\begin{array}{r} 2016 \\ 1008 \\ 23,74 | 120,96 | 5,095 = \text{Wassermenge in 3 Pfund Bleizucker,} \end{array}$$

11870

22600

21366

12340

11870

470

Dieselbe Berechnung nach der Annahme des Wasserstoffes = 1.

$$190 : 27 = 3 : x$$

3

$$190 | 81,0 | 0,4263$$

760

500

380

1200

1140

600

570

30

$$0,4263 = \text{kein Pfund.}$$

12

8526

4263

$$5,1156 = \text{fünf Unzen.}$$

24

4624

2312

$$2,7744 = \text{zwei Scrupel.}$$

Wir haben nun auch

- 2) die englische Schwefelsäure zu fragen: wenn 1 Aequivalent (= 7,24) 2 Aequivalente (= 2,24) Wasser enthalten, wie viel enthalten 11 Unzen?

$$7,25 : 2,24 = 11 : x$$

11

224

224

$$7,25 | 24,64 | 3,398 \text{ Unzen Wasser in 11 Unzen engl. Schwefelsäure.}$$

2175

2890

2175

7150

6525

6250

5800

450

Dieselbe Berechnung nach der Annahme des Wasserstoffes = 1.

$$\begin{array}{r}
 58 : 18 = 0,9157 : x \\
 \underline{18} \\
 73256 \\
 9157 \\
 \hline
 58 | 16,4826 | 0,2841 \\
 \underline{116} \\
 488 \\
 464 \\
 \hline
 242 \\
 232 \\
 \hline
 106 \\
 58 \\
 \hline
 48
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{r}
 0,2841 = \text{kein Pfund.} \\
 \underline{12} \\
 5682 \\
 2841 \\
 \hline
 3,4092 = \text{drei Unzen.} \\
 \underline{24} \\
 16368 \\
 8184 \\
 \hline
 9,8208 = \text{neun Scrupel} = \text{drei Drachmen.}
 \end{array}$$

Summa des gesammten Wassers:

$$\begin{array}{r}
 1) \text{ aus dem Bleizucker} \dots 5,095 \\
 2) \text{ aus der Schwefelsäure} \dots 3,398 \\
 \hline
 8,493 = \text{acht Unzen.} \\
 \underline{8} \\
 3,944 = \text{drei Drachmen.} \\
 \underline{3} \\
 2,832 = \text{zwei Scrupel.}
 \end{array}$$

Dasselbe Resultat nach der Rechnung mit der Wasserstoff-einheit:

	Unzen	Drachmen	Scrupel
1) Wasser aus dem Bleizucker	5	0	2
2) Wasser aus der Schwefelsäure	3	3	0
	<u>8</u>	<u>3</u>	<u>2</u>

Schluss. Wir wissen nun, wie viel trockene Säure erhalten wird, und wie viel Wasser in Gesellschaft mit derselben mit übergeht; die Summe, welche beide, Wasser und trockene Säure, zusammengeben, zeigt die Menge Essigsäure an, welche aus 3 Pfund Bleizucker durch dessen Zersetzung mittelst englischer Schwefelsäure erhalten werden soll:

	Unzen	Drachmen
Wasser aus Bleizucker und Schwefelsäure . . .	8	3
Hypothetisch trockene Essigsäure	9	5
	<u>18</u>	<u>—</u>

Aus 3 Pfund Bleizucker erhält man also, wenn die Schwefelsäure nicht weiter verdünnt wird, in Summa 18 Unzen Essigsäure. Wegen dem unvermeidlichen Verlust erhält man aber nie die theoretisch berechnete Menge. Es ist daher unnöthig, die Rechnung

weiter auszuführen als bis zu Drachmen; doch, wohl bemerkt, nur in der Summe, nicht in den Theilen der Rechnung, weil die Grane in den Theilen durch Addition oft zu ganzen Drachmen und Unzen werden.

Wie viel einfach kohlensaures Kali ist zur Sättigung von 24 Unzen Weinstein erforderlich?

Weinstein ist saures weinsaures Kali, bestehend aus 2 Aequivalenten Weinsäure und 1 Aequivalent Kali. Da nun 1 Aequivalent Weinsäure hier in Ueberschuss ist, und auf 1 Aequivalent Säure immer wieder 1 Aequivalent Base erfordert wird, um ein Neutralsalz darzustellen, so wird man folglich auch ein Aequivalent Kali brauchen, um den Weinstein in den Zustand eines Neutralsalzes zu bringen. Wir nehmen aber nicht reines Kali, sondern kohlensaures, weil letzteres wohlfeiler ist, und beim Sättigen die Kohlensäure ausgetrieben wird. In 1 Aequivalent kohlensaurem Kali ist 1 Aequivalent reines Kali vorhanden, und das darin enthaltene Aequivalent Kohlensäure ist in dem Aequivalentgewicht desselben mit ausgedrückt.

Aequivalentzahl des einfach kohlensauren Kali = 8,65; Aequivalentzahl des Weinsteins = 23,76.

$$23,76 : 8,66 = 24 : x$$

$$\begin{array}{r} 3464 \\ 1732 \end{array}$$

$$23,76 \mid 20784 \mid 8,74 = \text{acht Unzen.}$$

$$19008 \quad 8$$

$$17760 \quad 5,92 = \text{fünf Drachmen.}$$

$$16632$$

$$11280$$

$$9504$$

$$1776$$

8 Unzen, 5 Drachmen einfach kohlensaures Kali sättigen 24 Unzen saures, weinsaures Kali.

Wie viel kohlensaures Kali hat man nöthig, um 7 Pfund Schwefel in Dreifach-Schwefelkalium zu verwandeln?

Da das Dreifach-Schwefelkalium aus 3 Aequivalenten Schwefel und 1 Aequivalent Kalium besteht, da ferner in 1 Aequivalent kohlensaurem Kali 1 Aequivalent Kalium gegeben ist, so wird hier die Proportion zu setzen sein: wie sich verhält dreimal 1 Aequivalent Schwefel zu 1 Aequivalent kohlensaurem Kali, so verhalten sich 7 Aequivalente Schwefel zu x.

Schwefel	Kohlensaures Kali
(3 . 201 . =)	603 : 866 = 7 : x
	7
	603 6062 10,05

	603

	3200
	3015

	185

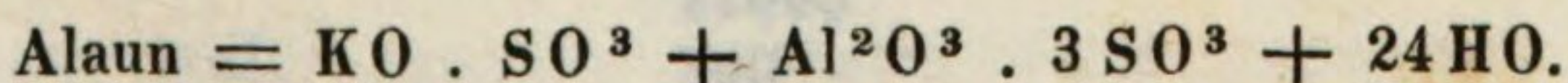
Es sind also 10 Pfund kohlensaures Kali nöthig, um aus 7 Pfund Schwefel dreifach Schwefelkalium zu bereiten.

Die Rechnung kann auch so gestellt werden, dass man 1 Aequivalent kohlensaures Kali mit 3 Aequivalenten Schwefel dividirt und den herauskommenden Quotienten mit 7 multiplicirt.

Bei der chemischen Vereinigung von Schwefel mit kohlen-
saurem Kali wird nicht allein die Kohlensäure des Kali ausge-
trieben, sondern auch der Sauerstoff des Kali, wobei ein kleiner
Theil Schwefel von dem entweichenden Sauerstoff in schwefelig-
saures Gas verwandelt und ein anderer Theil zu vollkommener
Schwefelsäure verbrannt wird, welche dann mit der entsprechenden
Menge Kali als schwefelsaures Kali mit dem Schwefelkalium zu-
rückbleibt.

Man will aus Alaun die Thonerde fällen durch Kali; doch soll die gefällte Thonerde nach dem Glühen nicht mehr und nicht weniger wiegen als 3 Unzen; wie viel Alaun wäre hier anzuwenden?

Um zur Beantwortung dieser Frage schnell Klarheit zu erhalten, darf man nur die Formel des Alauns ansehen:



In 1 Aequivalent Alaun ist nur 1 Aequivalent Thonerde enthalten; das Uebrige der Formel braucht man in der hier zu beant-

wortenden Frage nicht zu beachten, ausser dass die an die Thonerde gebundene Schwefelsäure an Kali gebunden werden muss, um die Thonerde abzuscheiden.

Ein Aequivalent Thonerde = 642, ein Aequivalent Alaun = 5936.

$$642 : 5936 = 3 : x$$

$$\begin{array}{r} 3 \\ 642 \overline{) 17808} \end{array} 27,73 = 27 \text{ Unzen.}$$

$$\begin{array}{r} 8 \\ 4968 \overline{) 5840} \end{array} = 5 \text{ Drachmen.}$$

4494

4740

4494

2460

1926

534

Wenn also eine Auflösung von 27 Unzen 5 Drachmen Alaun mit Kali gefällt wird, so muss der getrocknete und geglühte Niederschlag von Thonerde 3 Unzen wiegen. Wird die Thonerde bloss getrocknet und nicht geglüht, so wiegt dieselbe gegen 4 Unzen, weil sie noch Hydratwasser enthält.

Es sollen 24 Unzen neutrales essigsaures Bleioxyd (Bleizucker) zu drittel-essigsaurem Bleioxyd verarbeitet werden; wie viel Bleioxyd (Bleiglätte) hat man zuzusetzen?

Die Formel des Bleizuckers ist: $\text{PbO} \cdot \bar{\text{A}} + 3\text{HO}$; die des Bleiessigs: $3\text{PbO} \cdot \bar{\text{A}} + \text{HO}$. Man wird aus diesen Formeln mit einem Blick sehen, dass die beiden Verbindungen hauptsächlich dadurch verschieden sind, dass der Bleiessig 2 Aequivalente Bleioxyd mehr hat, als der Bleizucker. Man hat folglich dem Bleizucker die fehlenden 2 Aequivalente Bleioxyd zuzusetzen, um Bleiessig zu bilden. Aequivalentzahl des Bleioxyds = 1394; des Bleizuckers: = 4826.

$$4826 : (2 \cdot 1394 =) 2788 = 24 : x$$

$$\begin{array}{r} 24 \\ \hline 11152 \\ 5576 \end{array}$$

$$4826 \mid 66912 \mid 13,86 = 13 \text{ Unzen.}$$

$$\begin{array}{r} 4826 \quad 8 \\ \hline 18652 \quad 6,88 = 6 \text{ Drachmen.} \\ 14478 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 41760 \\ 38608 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 31320 \\ 28956 \end{array}$$

$$\hline 2364$$

In Verbindung mit der entsprechenden Menge Wasser bilden 24 Unzen Bleizucker mit 13 Unzen 6 Drachmen Bleioxyd, Bleiessig oder ein drittel-essigsames Bleioxyd.

Wie viel Schwefelsäure von 1,84 specifischem Gewichte würde man (durch die gewöhnliche Verbrennungs-Methode) aus 160 Pfund Schwefel erhalten müssen?

Schwefelsäure von 1,84 specifischem Gewichte ist die sogenannte englische Schwefelsäure, welche auf 1 Aequivalent trockener Säure 2 Aequivalente Wasser hat. Hier setzt man in's erste Glied das Aequivalent des Schwefels, in's zweite Glied das Aequivalent der englischen Schwefelsäure und in's dritte Glied 160.

$$201 : 725 = 160 : x$$

$$\begin{array}{r} 160 \\ \hline 46500 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 725 \end{array}$$

$$201 \mid 116000 \mid 577 = x$$

Man kann die Rechnung auch anders setzen, indem man das Aequivalent des Schwefels mit dem Aequivalent der englischen Schwefelsäure dividirt, und den herauskommenden Quotienten mit 160 multiplicirt:

$$201 \mid 725 \mid 3,60$$

$$\begin{array}{r} 160 \\ \hline 21600 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 360 \end{array}$$

$$\hline 576,00 = 576$$

Aus 160 Pfund Schwefel müsste man also 576 bis 577 Pfund

Schwefelsäure von 1,84 specifischem Gewichte erhalten, welche Menge man jedoch in der Praxis nie erhalten haben will.

Aus 735 Gran schwefelsauren Zinkoxyds soll das Zinkoxyd durch kohlensaures Natron gefällt werden. Es wird gefragt:

- a) wie viel kohlensaures Zinkoxyd wird erhalten;
- b) wie viel schwefelsaures Natron wird gebildet;
- c) wie viel kohlensaures Natron braucht man zur vollständigen Zersetzung der 735 Gran schwefelsauren Zinkoxyds?

Man berechnet zuerst, wie viel kohlensaures Zinkoxyd die 735 Gran schwefelsauren Zinkoxyds geben, dann: wie viel bei gleichen Umständen schwefelsaures Natron gebildet wird. In den hiebei sich ergebenden Zahlen ist dann das kohlensaure Natron mit inbegriffen, denn die Kohlensäure oder deren Gewicht ist in dem berechneten kohlensauren Zinkoxyd, das Natron hingegen in dem schwefelsauren Natron gegeben. Addirt man daher kohlensaures Zinkoxyd und schwefelsaures Natron mit einander, so kommt eine Summe heraus, welche mehr ist als 735. Dieses Mehr ist aber die entsprechende Menge kohlensauren Natrons zur Zersetzung von 735 Gran schwefelsauren Zinkoxyds. — Schwefelsaures Zinkoxyd = 1004; kohlensaures Zinkoxyd = 779; schwefelsaures Natron = 892.

- a) Berechnung des kohlensauren Zinkoxyds:

$$1004 : 779 = 735 : x = 570.$$

- b) Berechnung des gebildet werdenden schwefelsauren Natrons:

$$1004 : 892 = 735 : x = 653.$$

- c) Berechnung des kohlensauren Natrons:

$$570 + 653 - 735 = 488.$$

Zur Zersetzung von 735 Gran schwefelsauren Zinkoxyds sind also nöthig 488 Gran kohlensauren Natrons. Man muss erhalten 570 Gran kohlensauren Zinkoxyds und 653 Gran wasserfreies (oder 1475 Gran krystallisirtes) schwefelsaures Natron.

Wenn Auflösungen von Glaubersaltz und weinsaurem Kali in gehörigem Verhältniss vermischt werden, so wird schwefelsaures Kali und sogenannter *Tartarus natronatus* gebildet.

Es werden 24 Unzen weinsaures Kali gegeben; wie viel Glaubersaltz hat man nöthig, um obige Zersetzung vollständig zu bewerkstelligen?

Der *Tartarus natronatus* oder das weinsaure Kali-Natron besteht aus 2 Aequivalenten Weinsäure, 1 Aequivalent Natron und 1 Aequivalent Kali. Es wird daher einleuchten, dass man 2 Aequivalente einfach weinsaures Kali mit 1 Aequivalent schwefelsaurem Natron in Berührung bringen müsse, um eine vollständige Zersetzung beider Körper durch doppelte Wahlverwandschaft zu bewirken, denn das eine Aequivalent des Kali's aus den 2 Aequivalenten weinsauren Kali's vertauscht sich gegen das Natron des Glaubersalzes und tritt dafür an die Schwefelsäure. Das Aequivalent des einfach weinsauren Kali's = 1426; das des schwefelsauren Natrons = 2016.

$$(2 \cdot 1426 =) 2852 : 2016 = 24 : x = 17.$$

Zur Zersetzung von 24 Unzen *Kali tartaricum* mittelst Glaubersaltz sind also 17 Unzen von letzterem nöthig.

Es wird nun aber weiter gefragt,

wie viel man aus diesen Mengen beider Salze Ausbeute an *Tartarus natronatus* erhalten würde?

Hier setzt man in's erste Glied die 2 Aequivalente *Kali tartaricum*, in's zweite Glied das Aequivalent des *Tartarus natronatus* und in's dritte Glied wieder 24.

$$2852 : 3779 = 24 : x = 31.$$

Man erhält 31 Unzen Ausbeute am *Tartarus natronatus*.

Quantitative Berechnungen, welche bei chemischen Analysen oft vorkommen.

Man hat aus einer Flüssigkeit durch ein oxalsaures Salz den Kalk niedergeschlagen; der Niederschlag wog $43\frac{1}{2}$ Gran;

auf wie viel Kalk deutet diese Menge oxalsauren Kalkes? Oxalsaurer Kalk = 808; reiner Kalk = 356.

$$808 : 356 = 43,5 : x = 19.$$

In 43,5 Gran oxalsauren Kalkes sind 19 Gran an reinem Kalk enthalten.

Wie viel würden 19 Gran reiner Kalk an Gewicht betragen, wenn derselbe in kohlenisaurem Zustande gedacht würde?

Man setzt in der Rechnung in's erste Glied das Aequivalent des reinen Kalkes, in's zweite Glied das des kohlenisauren Kalkes und in's dritte Glied die Zahl 19.

Aequivalent des kohlenisauren Kalkes = 632.

$$356 : 632 = 19 : x = 34.$$

Es entsprechen demnach 34 Gran kohlenisauren Kalkes 19 Gran reinem Kalk.

Die Rechnung kann auch so gestellt werden, dass man ansetzt: wie sich verhält das Aequivalent des reinen Kalkes zu dem Aequivalente der Kohlensäure, so verhalten sich 19 Kalk zu x.

Das Product, welches man hier erhält, ist die entsprechende Menge Kohlensäure für 19 Gran Kalk, um damit kohlenisauren Kalk zu geben; addirt man also diese Menge Kohlensäure zu 19, so muss die Zahl 34 wieder herauskommen.

Man hat aus einer Flüssigkeit das Chlor als Chlorsilber gefällt, dasselbe wog 24,5 Gran; auf wie viel Chlor deutet diese Menge Chlorsilber?

Aequivalent des Chlorsilbers oder Silberchlorids = 2794; das des Chlors = 442.

$$1794 : 442 = 24,5 : x = 6.$$

Es entsprechen 6 Gran Chlor 24,5 Gran Silberchlorids.

Soll das Silberchlorid, anstatt auf Chlor, auf Salzsäure berechnet werden, so setzt man in's zweite Glied der Rechnung statt dem Chlor die Aequivalentzahl der Salzsäure.

Unter den Verbindungen der ersten Ordnung stehen die Sauer-

stoffverbindungen oben; dieselben behaupten gegen andere Verbindungen derselben Ordnung einen electro-negativen Charakter und heissen dann Säuren, oder sie verhalten sich electro-positiv und werden Basen genannt, oder sie besitzen endlich weder einen entschieden positiven, noch entschieden negativen Charakter und werden dann als indifferente Körper bezeichnet. Letztere belassen Säuren oder Basen, wenn sie sich mit denselben verbinden, ihre electro-chemischen und andere wesentlichen Eigenschaften; erstere aber, die Säuren und Basen, bilden durch ihre Vereinigung ganz neue Körper, die Salze, worin die ungleichartigen Electricitäten beider gebunden sind. So ist z. B. die Schwefelsäure eine Säure, der Kalk eine Basis, das Wasser ein indifferenter Körper; letzteres kann sich sowohl mit der Schwefelsäure als mit dem Kalke verbinden, ohne die Eigenschaften der einen oder des andern dadurch wesentlich zu ändern; Schwefelsäure und Kalk dagegen vereinigen sich mit einander zu einem ganz neuen salzigen Körper, dem Gyps, in welchem die Eigenschaften der Säure wie der Basis gegeneinander aufgehoben erscheinen.

Der wesentlichste und allgemeinste Charakter der Säuren ist ihr electro-negatives Verhalten gegen Basen, sowie die Fähigkeit, mit letzteren Salze zu bilden. Ausserdem besitzen die meisten einen sauren Geschmack, lösen sich leicht in Wasser und haben dann die Eigenschaft, manche blaue Pflanzenfarben, z. B. Lackmus*), Veilchensaft u. dgl., zu röthen. Ausnahmen hievon bieten u. a. die Gerbsäuren, welche nicht sauer, sondern zusammenziehend schmecken, die Kieselsäure, welche im Wasser unlöslich ist, daher auch keine Einwirkung auf Pflanzenfarben zeigt u. s. w.

Jede Säure besteht aus einem säurenden Principe und einem Säure-Radical**). Das säurende Princip kann sein: Wasserstoff oder Sauerstoff; im ersteren Falle heissen die entstandenen Säuren Wasserstoff-, im letzteren Sauerstoffsäuren.

*) Lackmus, aus lacca Lack, und muscus Moos; also Moos- oder Flechtenlack, weil er aus einer Flechte gewonnen wird.

***) Radix Wurzel, radicalis zur Wurzel gehörig, daher in der Chemie Radical die Grundlage.

Das Säure-Radical oder die Säure-Grundlage ist entweder ein einfacher Stoff, ein Element, oder eine chemische Verbindung, d. i. die Vereinigung mehrerer Elemente; im ersteren Falle heissen die entstandenen Säuren unorganische oder Mineralsäuren, im letzteren dagegen organische Säuren. Bei den Mineralsäuren unterscheidet man wieder Metall- und Nichtmetallsäuren, je nachdem das Radical ein Metall oder ein Ametall ist.

So ist z. B. nach Vorhergegangenen die Schwefelsäure $= \text{SO}^3$ hinsichtlich ihres säurenden Principis eine Sauerstoffsäure, hinsichtlich ihres Radicals eine Mineral- und zwar eine Nichtmetallsäure; ebenso Salpetersäure $= \text{NO}^5$, Chlorsäure $= \text{ClO}^5$ u. s. w.

Salzsäure $= \text{HCl}$ wäre demnach in Beziehung ihres säurenden Principis eine Wasserstoff-, hinsichtlich ihres Radicals eine Mineral- und zwar eine Nichtmetallsäure.

Die Eisen- (FeO^3), Mangan- (MnO^3), Antimonsäure (SbO^5) etc. sind z. B. ebenfalls Sauerstoffsäuren, hinsichtlich ihres Radicals dagegen Metallsäuren.

Die Essigsäure $= \text{C}^4\text{H}^3\text{O}^3 + \text{HO}$ endlich ist ihres säurenden Principis nach eine Sauerstoffsäure, ihr Radical jedoch ist kein einfacher Stoff, sondern die Verbindung zweier Elemente, nämlich von Kohlen- und Wasserstoff; folglich ist die Essigsäure eine organische Säure.

Diese letzteren Säuren mit zusammengesetztem Radicale bilden bei weitem den grössten Theil unter den Säuren, und sind Erzeugnisse des Lebens- und Gährungsprocesses, kommen also in der Pflanzen- und Thierwelt vor.

Vermag ein Radical mit einem säurenden Principe nur eine einzige Säure zu bilden, so bezeichnet man dieselbe dadurch, dass man dem Namen des Radicals die Endsilbe säure anhängt; z. B. Kiesel: Kieselsäure; kann sich aber das Radical in zwei verschiedenen Verhältnissen mit dem säurenden Principe vereinigen und damit zwei Säuren bilden, so setzt man derjenigen, welche die geringere Menge des säurenden Principis enthält, den Namen des Radicals mit adjectiver Endigung vor das Wort Säure, z. B. Arsenik, arsenige Säure, Arseniksäure; und sind noch mehr Säuren bei

einem Radicale möglich, so hilft man sich durch Versetzung der Silbe unter oder über; nach folgenden Beispiele:

Unterchlorige Säure = ClO

Chlorige Säure = ClO^3

Unterchlorsäure = ClO^4

Chlorsäure = ClO^5

Ueberchlorsäure = ClO^7

Unter Basicität der Säuren versteht man den Grad ihrer Sättigungscapacität, d. h. diejenige Menge von Base, welche sie aufnehmen können, um damit vollkommen gesättigt zu sein.

Die Basicität der verschiedenen Säuren ist eine verschiedene, sie sind entweder 1-, 2- oder 3basisch, d. h. ein Aequivalent Säure nimmt zu ihrer Sättigung entweder 1, 2 oder 3 Aequivalente Basis auf. Am häufigsten sind die einbasischen Säuren.

Versuche haben gezeigt, dass die Sauerstoffsäuren im ganz wasserfreien Zustande nicht sauer reagiren, wohl aber trockene Wasserstoffsäuren. Erstere erhalten diese Eigenschaft erst durch Hinzutreten von Wasser, scheinen also hierdurch erst in Säuren verwandelt zu werden.

Liebig macht hinsichtlich der Basicität folgende Erklärung:

„Eine einbasische Säure ist eine solche, deren Hydrat oder Salz unter allen Umständen aus 1 Aequivalent wasserfreier Säure und 1 Aequivalent Wasser oder Salzbasis besteht.

Eine zweibasische Säure ist diejenige, deren Hydrat oder Salz unter allen Umständen aus 1 Aequivalent wasserfreier Säure und 2 Aequivalenten Wasser oder Salzbasis bestehen, und endlich:

Eine dreibasische Säure ist diejenige, deren Hydrat oder Salz unter allen Umständen aus 1 Aequivalent wasserfreier Säure und 3 Aequivalenten Wasser oder Salzbasis besteht.

Alle Wasserstoffsäuren werden durch concentrirte Salpetersäure zersetzt, es wird dabei der negative Bestandtheil vertreten und Sauerstoff tritt an seine Stelle.

Bei den Sauerstoffsäuren findet man mehrfache Verbindungsverhältnisse zwischen einem und demselben Radicale und verschiedenen Mengen von Sauerstoff; dagegen die Wasserstoffsäuren haben keine Säurungsstufen.“

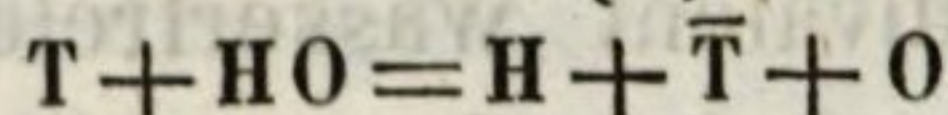
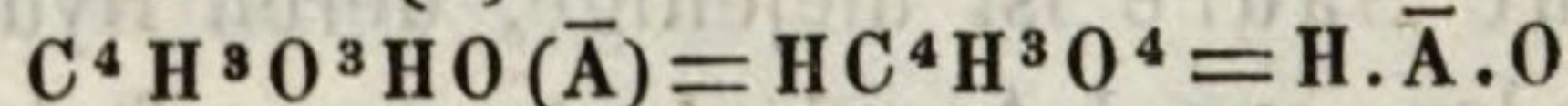
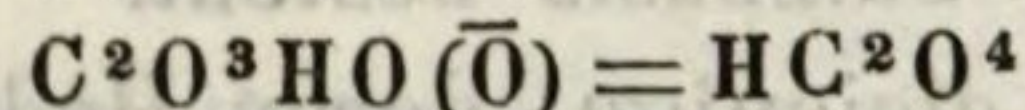
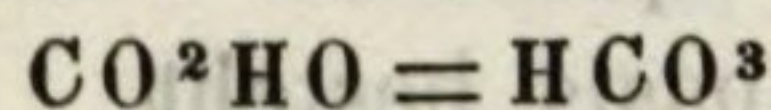
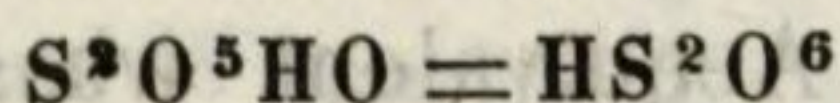
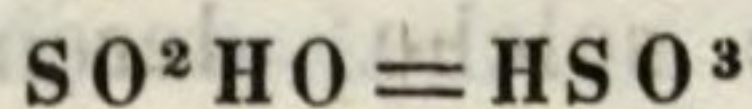
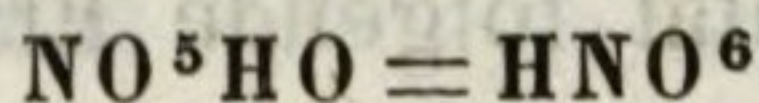
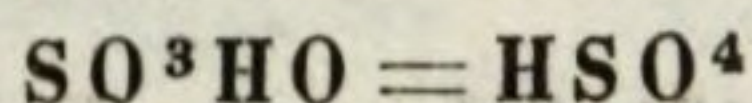
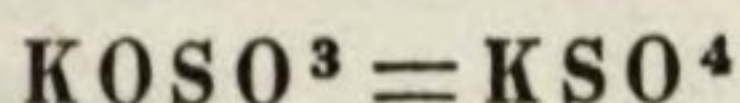
Liebig betrachtet die Salze der Sauerstoffsäuren analog den Verbindungen der Metalle mit Chlor, Jod u. s. w., nämlich als Verbindungen der Metalle mit einem hypothetischen, electro-negativen Radicale, welches aus der wasserfreien Säure plus dem Sauerstoffe der Basis besteht; — sonach schreibt man, anstatt wie bisher KOSO^3 , KONO^5 , nunmehr KSO^4 , KNO^6 u. s. w. Die Hydrate der Sauerstoffsäuren werden dann betrachtet als Verbindungen des Wasserstoffes mit einem electro-negativen Radicale, welches besteht aus der wasserfreien Säure plus dem Sauerstoffe des Wassers; folglich Schwefelsäure-, Salpetersäurehydrat $= \text{SO}^3 + \text{HO}$, $\text{NO}^5 + \text{HO} = \text{HSO}^4$, HNO^6 etc. Ein-, zwei- und dreibasische Säuren sind mithin Verbindungen gewisser electro-negativer Radicale mit einem, zwei oder drei Aequivalent Wasserstoff, welcher ganz oder theilweise durch Metalle ersetzbar ist. — Demnach schreibt man:

Metaphosphorsäurehydrat HPO^6 ,

Pyrophosphorsäurehydrat H^2PO^7 ,

gewöhnliches Phosphorsäurehydrat H^3PO^8 .

Man hat das Radical: SO^4 Sulfan und NO^6 Nitran genannt.



Binar-Salze.

Eine zweite Gruppe von Sauerstoffverbindungen besitzt gerade den entgegengesetzten Charakter der Säuren und ist besonders dadurch ausgezeichnet, dass die hieher gehörigen Körper das Vermögen besitzen, sich mit den Oxyden entgegengesetzter Natur zu verbinden, dabei ihre Eigenschaften zu verlieren und einen neuen gleichartigen Körper, ein Salz, zu bilden, sie sind ferner electro-positiv, d. h. sie scheiden sich im Kreise einer galvanischen Säule am negativen Pole aus, und besitzen, wenn sie im Wasser löslich sind, einen brennend scharfen Geschmack, färben gelbe Pflanzen-Pigmente z. B. Curcumar gelb-braun und stellen endlich das durch

Säuren geröthete Lackmusblau wieder blau her und diese heissen Basen oder Salzbasen*).

Die einen der hieher gehörigen Verbindungen sind im Wasser leicht löslich, von weisser Earbe, bilden mit einem Aequivalent Kohlensäure in Wasser leicht lösliche, mit zwei Aequivalenten dagegen schwerer lösliche kohlensaure Salze, welche in der Hitze höchstens einen Theil, nie alle Kohlensäure verlieren, mit Fettsäuren erzeugen sie in Wasser lösliche Seifen, und diese Abtheilung von Metall-Oxyden nennt man Alkalien, dahin gehören Kali**) (K O), Natron***) (Na O) Lithion****) (Li O) und das zusammengesetzte Ammoniumoxyd†) (H^4NO). — Letzteres unterscheidet sich von den vorhergehenden besonders durch seine grosse Flüchtigkeit, die ersteren werden dagegen fixe Alkalien genannt.

Eine zweite Gruppe ist in Wasser schwer löslich, gibt mit einem Aequivalent Kohlensäure schwerlösliche kohlensaure Salze, mit zwei Aequivalenten dagegen die leichter löslichen, doppelt kohlensauren Salze und mit Fettsäuren in Wasser unlösliche Seifen, das sind die alkalischen Erden, wozu Kalk (Ca O), Baryt (Ba O), ††) Strontian (Sr O), †††) und Bittererde (Mg O) ††††) gehören.

Die dritte Gruppe von Salzbasen das sind die reinen Erden, —

*) Basis, Grundlage.

**) Alkali vom arabischen al und Kalaja oder Kaljum, im Arabischen gewisse Pflanzen, aus deren Asche Pottasche bereitet werden kann.

***) Natrum oder Natron, vom lateinischen nitrum oder griechischen νίτρον mineralisches Laugensalz; nitrum bedeutet jetzt nur Salpeter.

****) Verkleinerung von λίθος Stein, also Steinchen; hier Steinkali.

†) Ammonium sowie Ammoniak, von ammoniacum oder sal ammoniacum, Salmiak, aus welchem man das Ammoniak gewinnt. Wird von Ammonia, einer Landschaft in Lydien, wo Jupiter Ammon einen berühmten Tempel hatte, oder von ψαμμος, ἄμμος Sand, abgeleitet; nach einigen auch durch Verkürzung aus armeniacum, Armenien, entstanden.

††) βαρύς schwer, daher Baryt oder Schwererde.

†††) Stron- oder Strontianerde von der Stadt Strontian in Schottland, wo man Strontianit, welcher Stronerde enthält, zuerst fand.

††††) Bittererde, auch Talkerde, neulateinisch talcum, Talkerde, vom arabischen talk oder telk, heiter, ein heiteres Ansehen habend, wegen der schönen grünlichen Färbung, oder vom schwedischen taelga, schneiden.

sind in Wasser unlöslich, haben meistens ein verhältnissmässig geringes specifisches Gewicht und sind im reinen Zustande vollkommen farblos, d. i. weiss, sowie auch in der stärksten Glühhitze unerschmelzbar und feuerbeständig; die wichtigste davon ist die Thonerde (Al^2O^3)*); ferner gehören hieher z. B. die Beryll- (Gl^2O^3) und Zirkonerde (Zr^2O^3 **) etc.

Die vierte Gruppe endlich wird gebildet von den sogenannten schweren Metalloxyden, diese sind in Wasser unlöslich, specifisch schwer und verschiedenartig gefärbt; hieher gehören die Oxyde sämtlicher schweren, sogenannten vorzüglich basenbildenden Metalle.

Verbindet sich ein Metall nur in einem Verhältnisse mit dem Sauerstoffe, so nennt man die entstandene Verbindung kurzweg ein Oxyd, z. B. Zinkoxyd (ZnO); wenn dagegen ein Metall sich in drei Verhältnissen mit dem Sauerstoffe verbindet und die entstandenen Verbindungen sind sämtlich basischer Natur, so nennt man diejenige, welche die geringere Menge Sauerstoff besitzt, Oxydul, die andere dagegen Oxyd und die in der Mitte stehende Sesquioxydul, z. B. $\text{SnO} = \text{Zinnoxidul}$, $\text{Sn}^2\text{O}^3 = \text{Zinnsesquioxidul}$, $\text{SnO}^2 = \text{Zinnoxid}$; in der Regel besitzt von zwei Salzbasen eines und desselben Metalles diejenige überwiegende chemische Kraft, welche weniger Sauerstoff besitzt; davon machen nur Kupfer- (CuO) und Quecksilberoxyd (HgO) eine Ausnahme, welche in ihrem chemischen Charakter kräftiger sind, als ihre entsprechenden Oxydule (Cu^2O , Hg^2O).

Endlich unterscheidet man noch sogenannte Suboxyde, welche zu wenig, und Super- oder Hyperoxyde, welche zu viel Sauerstoff besitzen, um als Salzbasis auftreten zu können, z. B. Bleisuboxyd, Mangansuperoxyd.

Unter Voraussetzung des Vorhergehenden können wir alle Salzbasen unter folgendes Schema bringen:

*) Thonerde oder Alaunerde, vom lateinischen alumen, Alaun, bildet einen Bestandtheil des Thons.

**) Findet sich in dem Zirkon genannten Minerale.

Alle Salz- basen sind in Wasser entweder	löslich	leichtlöslich = Alkalien: Kali, Natron, Lithion, Ammon.-Oxyd, K O, Na O, Li O, H ⁴ NO,
		schwerlöslich = alkalische Erden: Kalkerde, Baryterde, Ca O, Ba O, Strontian- und Magnesia-, Bitter- oder Talkerde, Sr O Mg O
	oder:	
	unlöslich	specifisch leicht und farblos = reine Erden: z. B. Thonerde (Al ² O ³),
		specifisch schwer u. verschieden gefärbt = schwere Metalloxyde: z. B. Kupferoxyd, Zinkoxyd, Quecksilberoxyd, Cu O, Zn O, Hg O.

Von den Verbindungen der II. Ordnung:

Wenn sich eine Säure und irgend eine Salzbasis, oder umgekehrt, unmittelbar berühren und vollständig vereinigen können, so entsteht hieraus eine zweifache binäre Verbindung, eine Verbindung der II. Ordnung, und diese nennt man ein Salz.*)

Wir nennen daher Salze jede durch die Vereinigung zweier zusammengesetzter Körper entstandene Verbindung, in welcher der eine Körper das electro-negative Glied oder die Säure und das andere das electro-positive Glied oder die Basis darstellt.

Die Salze kann man entweder nach ihren Säuren oder nach ihren Basen benennen, im ersteren Falle sprechen wir z. B. von:

schwefelsauren Salzen (Sulphaten)	
kohlensauren	„ (Carbonaten)
salpetersauren	„ (Nitraten)
chlorsauren	„ (Chloraten)
phosphorsauren	„ (Phosphaten)
borsauren	„ (Boraten)
kieselsauren	„ (Silicaten)
essigsauren	„ (Acetaten) u. s. w.;

im letzteren Falle dagegen von den Salzen der Alkalien: Kali-, Natronsalze etc., den Salzen der alkalischen Erden: Kalk-, Baryt-

*) Der Name Salz (*ἅλς*) ist ursprünglich dem Kochsalz gegeben, welches im Wasser löslich ist und einen besonders salzigen Geschmack hat, wurde indess später auch auf andere im Wasser nicht lösliche und daher nicht schmeckende Körper übertragen.

salze etc.; den Salzen der reinen Erden, z. B. Thonerdesalze, oder endlich von den Salzen der schweren Metalloxyde, z. B. Kupferoxyd-, Eisenoxyd-, Zinkoxyd-, Nickeloxydsalze etc.

Sowie die einfachen Stoffe, so können auch Säuren und Basen sich in verschiedenen Verhältnissen mit einander verbinden, wodurch dann neutrale, saure und basische Salze entstehen. Ein Salz heisst neutral, wenn es aus 1 Aequivalent Säure und 1 Aequivalent Basis besteht (z. B. schwefelsaures Kali = K O S O^3). Saure Salze sind diejenigen, in welchen auf 1 Aequivalent Basis mehr als 1 Aequivalent Säure enthalten ist (z. B. doppelt chromsaures Kali = $\text{K O} \cdot 2 \text{Cr O}^3$), und basische heissen diejenigen, worin umgekehrt auf 1 Aequivalent Säure mehr als 1 Aequivalent Basis enthalten ist (z. B. Bleiessig $3 \text{Pb O} \cdot \bar{\text{A}}$).

In den sauren Salzen walten in der Regel die Eigenschaften der Säure, in den basischen die der Basis vor, wesswegen erstere gewöhnlich das Lackmuspapier röthen, letztere das geröthete wieder blau herstellen.

Diejenigen Salze, die sowohl in der Säure als in der Basis Sauerstoff enthalten, heissen Sauerstoffsalze, z. B. salpetersaures Kali = K O N O^5 , diejenigen dagegen, die in der Basis und in der Säure Wasserstoff besitzen, nennt man Wasserstoffsalze z. B. Salmiak, d. i. salzsaures Ammoniak = $\text{H}^3 \text{N} \cdot \text{H Cl}$ (oder auch Chlorammonium = $\text{H}^4 \text{N Cl}$). Zu diesen letzteren Salzen gehören alle Verbindungen der Wasserstoffsäuren mit dem Ammoniak, weil dieses die einzige Salzbasis (unter den unorganischen) ist, die Wasserstoff enthält.

Treten zwei Schwefelverbindungen mit einander in chemische Vereinigung, so dass sich also die eine electro-positiv, die andere electro-negativ verhält, so heissen solche salzartige Verbindungen Schwefelsalze, z. B. $\text{KS} + \text{Sb S}^5$; ein Aehnliches ist der Fall bei den Selen- und Telurverbindungen und man hat also auch Selensalze, z. B. $\text{KSl} + \text{Sb Se}^5$, und Tellursalze, z. B. $\text{KTe} + \text{Sb Te}^5$.

Alle diese aufgeführten Salze, nämlich die Sauerstoff-, Wasserstoff-, Selen-, Schwefel- und Tellursalze bezeichnet man mit dem

gemeinschaftlichen Namen Amphidsalze,*) weil bei diesen in jedem der beiden Producte, d. h. da dem electro-negativen und electro-positiven Bestandtheile, ein und derselbe Factor vorkommt.

Ausser den Amphidsalzen, welche alle zu den Verbindungen der zweiten Ordnung gehören, finden wir noch eine Reihe von salzartigen Producten, welche zu den Verbindungen der ersten Ordnung sich zählen, d. h. aus zwei einfachen Stoffen bestehen.

Unter den Elementen sind nämlich vier, d. s. Chlor, Jod, Brom und Fluor (diesen ein ähnliches Verhalten zeigt das zusammengesetzte Cyan = C^2N oder Cy), welche das Vermögen besitzen, mit den Metallen sich zu vereinigen und damit salzartige Verbindungen zu bilden, daher nennt man diese Stoffe Salzbilder, Salz-erzeuger oder Haloïde,**) und die dadurch entstandenen salzartigen Verbindungen heissen Haloïdsalze.

Demnach kann man alle Salze abtheilen in Amphidsalze und in Haloïdsalze.

Als mit den Salzen correspondirende Verbindungen bildend und ebenfalls zu den chemischen der zweiten Ordnung gehörend sind hier noch die Hydrate***) anzuführen.

Unter Hydrat verstehen wir die chemische Verbindung eines Körpers mit Wasser, in welcher es, wenn jene eine Basis ist, die Rolle einer Säure, wenn sie eine Säure ist, die einer Basis spielt. Z. B. KO, HO (Kalihydrat), HO, SO³ (Schwefelsäurehydrat).

Wesentlich verschieden von dem Hydratwasser ist das sogenannte Krystall-Wasser; man versteht darunter eine Wassermenge, welche mit der Krystallgestalt des Körpers im innigsten Zusammenhange steht, ohne welche der Körper nicht in seiner Krystallgestalt bestehen kann (siehe Verwittern). Hier bildet das Wasser mit dem Körper keine chemische Verbindung und kann auch schon durch verhältnissmässig geringe Temperaturerhöhung wieder entzogen werden.

Diese Eigenschaft finden wir besonders bei den verschiedenen Salzen; so enthält z. B. das krystallisirte Glaubersalz (schwefelsaures Natron) über die Hälfte seines Gewichts solchen Krystallwassers.

*) Aus *ἀμφω* beide.

**) Von *ἅλς* Salz, und *εἶδω* ähnlich sein, also ein Körper, welcher salz-ähnliche Verbindungen bilden kann.

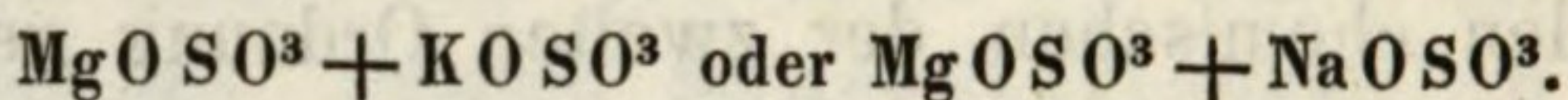
***) Hydratus wasserhaltig (*ὑδωρ* Wasser.)

Verbindungen der III. Ordnung:

Zu den Verbindungen der dritten Ordnung gehören die Verbindungen zweier Salze oder die Verbindung eines Salzes mit Wasser, wobei letzteres nicht wie das Krystallwasser schon bei etwa über 100° C. ausgetrieben werden kann, auch selbst nicht bei höherer Temperatur.

Dieses Wasser kann durch eine gleiche Anzahl von Aequivalenten eines neutralen Salzes vertreten werden, es spielt also quasi die Rolle eines Salzes, desshalb auch der Name. Die Verbindung eines Salzes mit diesem Wasser nennt man Salzhydrat, Halhydrat;*) und das aufgenommene Wasser Halhydratwasser oder Constitutionswasser.

Z. B.: Aus der Verbindung von $\text{MgO SO}^3 + 7 \text{HO}$ (schwefelsaure Magnesia) können 6 Aequivalente Wasser bei höherer Temperatur ausgetrieben werden. Ein Aequivalent HO bleibt aber damit verbunden und an die Stelle desselben kann ein neutrales Salz treten, z. B. K O SO^3 , oder Na O SO^3 man hat dann also:



*) Von $\alpha\lambda$ Salz, und $\nu\delta\omega\varrho$ Wasser.

Besonderer Theil.

Beaumont, Thel.

Anorganische Chemie.

Erste Abtheilung.

Nichtmetalle und ihre Verbindungen.

I. Sauerstoff. Oxygenium.*) O.

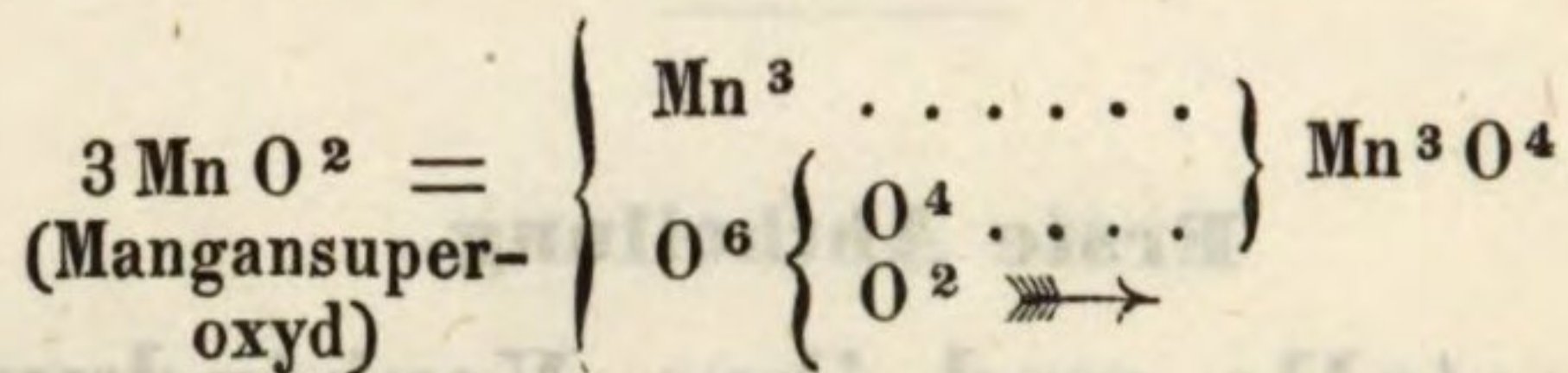
Der Sauerstoff, 1774 von Priestley und Scheele entdeckt, ist einer der häufigsten und allgemein verbreitetsten Stoffe in der Natur, wiewohl er niemals für sich, sondern immer mit anderen Stoffen gemengt oder verbunden vorkommt. So bildet er z. B. ein Hauptgemengtheil der atmosphärischen Luft, worin er 21 Raumprocente beträgt, ferner einen Bestandtheil des Wassers und der meisten natürlichen Körper; er ist ohne Farbe, Geruch und Geschmack, etwas schwerer als die Atmosphäre und besitzt unter allen Gasarten das geringste Lichtbrechungsvermögen, von Wasser er wird nur in geringerer Menge absorbirt, auf Pflanzenfarben zeigt er keine Einwirkung. — Er ist eine permanente Gasart, d. h., er kann weder durch Druck, noch durch Kälte, oder beides zugleich in seinem Aggregatzustand verändert, — weder tropfbar flüssig, noch fest gemacht werden. Zum Athmen der Menschen und Thiere ist derselbe unentbehrlich, erregt aber, rein eingeathmet, einen fieberhaften Zustand; glimmende Körper verbrennen in ihm mit lebhafter Flamme, d. h. sie verbinden sich mit demselben.

*) Von *ὀξύς* sauer, und *γεννάω* erzeugen, weil man glaubte, das Oxygenium sei die Ursache alles Sauren.

Zur Darstellung des Sauerstoffes eignen sich vorzüglich solche Körper, welche denselben so wenig festgebunden halten, so dass sie ihn schon durch blosses Erhitzen ganz oder theilweise abgeben. Dergl. sind z. B.:

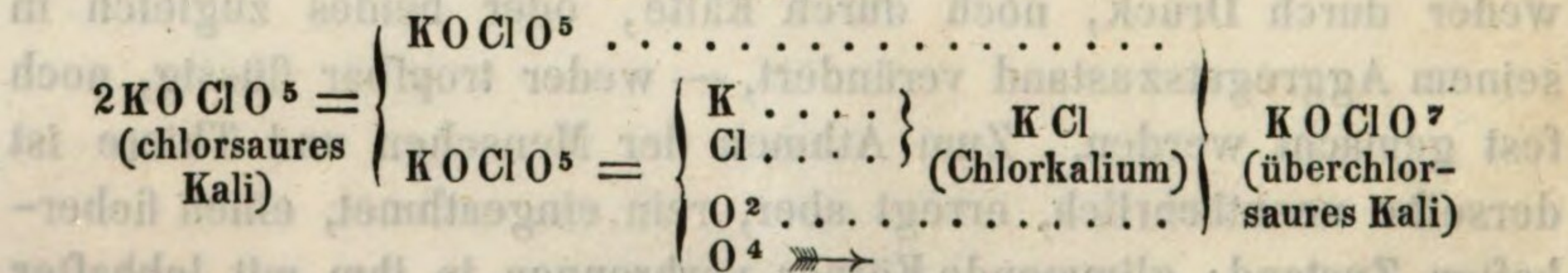
1) Quecksilberoxyd = HgO , das beim Erhitzen in Hg und O zerfällt;

2) Braunstein oder Mangansuperoxyd = MnO^2 , der durch Glühen den dritten Theil des ursprünglich enthaltenen Sauerstoffes verliert und zu Manganoxyduloxyd (Mn^3O^4) wird:

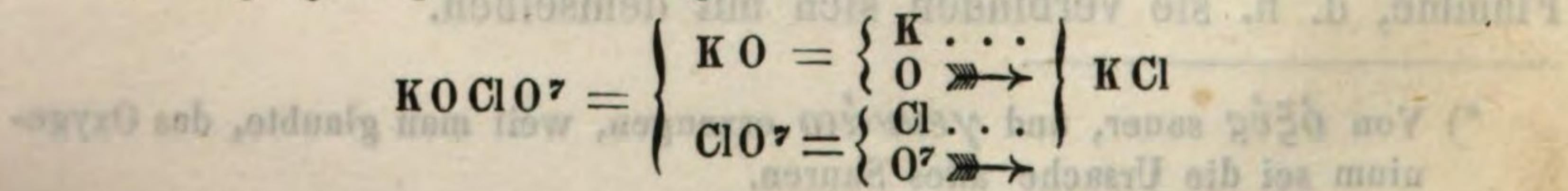


3) Chlorsaures Kali = KO ClO^5 ; erhitzt man dieses Salz, so wird Anfangs blos ein Theil desselben zersetzt und zwar verbindet sich das Chlor mit Kalium und bildet Chlorkalium, während dagegen von dem frei gewordenen Sauerstoff ein Theil in Gasform entweicht, der andere dagegen auf den noch unzersetzten Antheil an chlorsaurem Kali sich wirft und überchlorsaures Kali bildet, und zwar geht dieser Process in dem Momente vor sich, in welchem die Flüssigkeit dick und syrupartig zu werden anfängt; wird nun die Zersetzung unterbrochen, indem man die Wärmequelle entzieht, so erhält man im Rückstande ein überchlorsaures Salz, aus welchem die Ueberchlorsäure dargestellt werden kann; wird dagegen die Hitze, anstatt unterbrochen, gesteigert, so findet endlich eine gänzliche Zersetzung des Salzes statt, aller Sauerstoff entweicht, während dagegen Chlorkalium zurückbleibt.

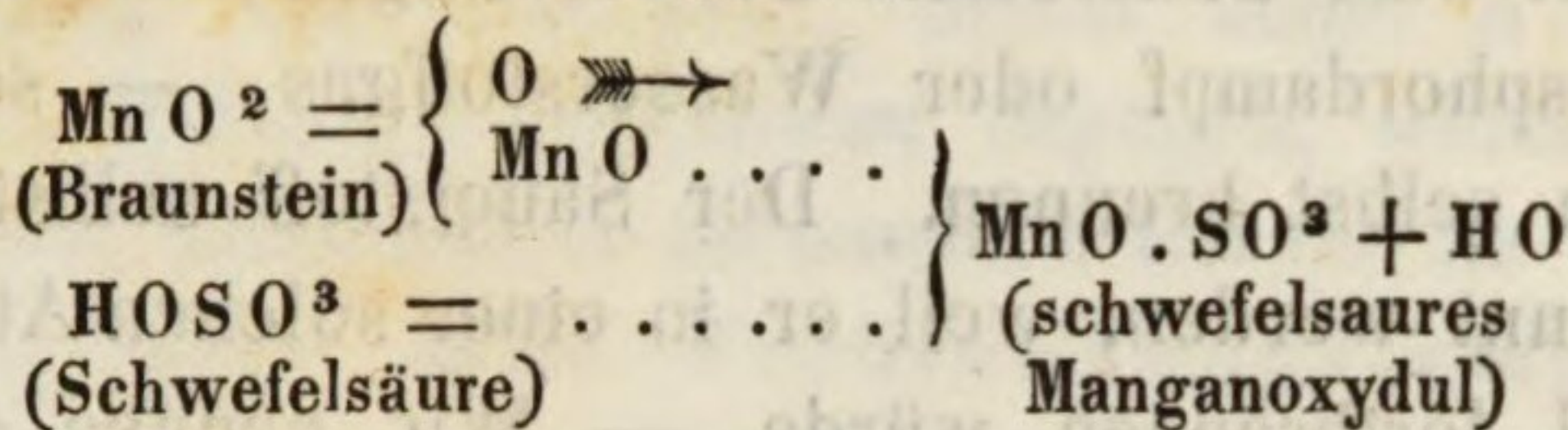
Formel:



In Folge gesteigerter Hitze ergibt sich:



Formel:



Unter Verbrennung im weitesten Sinne des Wortes verstehen wir die chemische Vereinigung zweier Elemente unter Feuererscheinung, d. i. unter Licht- und Wärmeentwicklung (z. B. Antimon in Chlorgas); im engeren Sinne dagegen bezieht sich die Begriffsbestimmung von der Verbrennbarkeit eines Körpers bloß auf das Verhalten der Elemente zu dem in der Atmosphäre enthaltenen Sauerstoff. Brennbar sind diejenigen Körper, welche fähig sind, direct mit dem Sauerstoffe der Luft sich zu verbinden.

Es ist klar, dass man jedes andere Element, statt des Sauerstoffes, wählen und den Begriff der Brennbarkeit auf dieses beziehen könnte; indem man dann alle Elemente, welche sich direct mit demselben verbinden, brennbar, die übrigen dagegen unbrennbar nennen würde; — dem Sauerstoffe hat man nur desswegen diesen Vorzug gegeben, weil er der verbreitetste Stoff in der Natur ist, und einen Bestandtheil der Atmosphäre ausmacht, in welchem doch die meisten chemischen Verbindungen vor sich gehen. Der Begriff von der Brennbarkeit ist aus den alltäglichen Erscheinungen entlehnt, welche in dem Medium vor sich gehen, in welchem wir leben, nämlich in der Atmosphäre; würde dieses Medium von anderer Beschaffenheit sein, als es ist, lebten wir z. B. in einer Atmosphäre von Phosphordampf oder Wasserstoffgas, so würden wir gerade diejenigen Elemente brennbar nennen, welche wir jetzt unbrennbar heissen, und umgekehrt.

*) Von $\lambda\upsilon\omega$ (lösen), nach Feraday die Zerlegung eines Körnchens durch Einwirkung des electrischen Stromes.

Chlor nennen wir z. B. unbrennbar, weil es wenig Neigung zeigt, sich mit dem Sauerstoffe zu vereinigen; wäre aber die Atmosphäre Phosphordampf oder Wasserstoffgas, — so würde jede Chlorblase von selbst brennen. Der Sauerstoff selbst würde dann brennbar genannt werden, weil er in einer solchen Atmosphäre sich entzünden und fortbrennen würde. — Wir nennen den Sauerstoff aber unbrennbar, er ist sogar das einzige absolut nicht brennbare Element nach der jetzigen Begriffsbestimmung, denn es ist klar, dass sich der Sauerstoff nicht mit sich selbst zu einem neuen Körper verbinden kann. Beim Verbrennen der verschiedenen Körper in der Luft bemerkt man an den sich darbietenden Erscheinungen einen wesentlichen Unterschied; die einen verbrennen nämlich mit, die andern dagegen ohne Flamme; von ersteren unterscheidet man wieder solche, welche mit leuchtender und solche, welche nur mit schwach leuchtender Flamme brennen.

Mit Flamme brennen alle diejenigen Körper, welche entweder vor ihrer Verbrennung schon gasförmig sind, oder als Verbrennungs-Producte gasförmige Körper liefern; und umgekehrt.

Die Leuchtkraft einer Flamme dagegen wird bedingt durch die in der Flamme suspendirten glühenden festen Körpertheilchen; bei den meisten unserer Flammen, z. B. von Wachs, Talg, Stearin u. s. w. sind es glühende, feste Kohlenstoff-Theilchen, — bei Phosphor z. B. dagegen sind es die sich durch das Verbrennen gebildeten und in der Flamme herumschwimmenden glühenden Phosphorsäure-Theilchen, welche die Leuchtkraft derselben bedingen. Alle Körper, welche zum Brennen eines andern nichts beitragen, entziehen durch ihre Berührung dem brennenden Körper Wärme — und dieser Wärme-Entzug kann so weit gehen, dass der brennende Körper selbst erlischt; z. B. feiner Eisendraht verbrennt unter Funkensprühen im Sauerstoffgas, erlischt dagegen in der Atmosphäre in Folge des Wärme-Entzugs durch den gleichzeitig gegenwärtigen Stickstoff. —

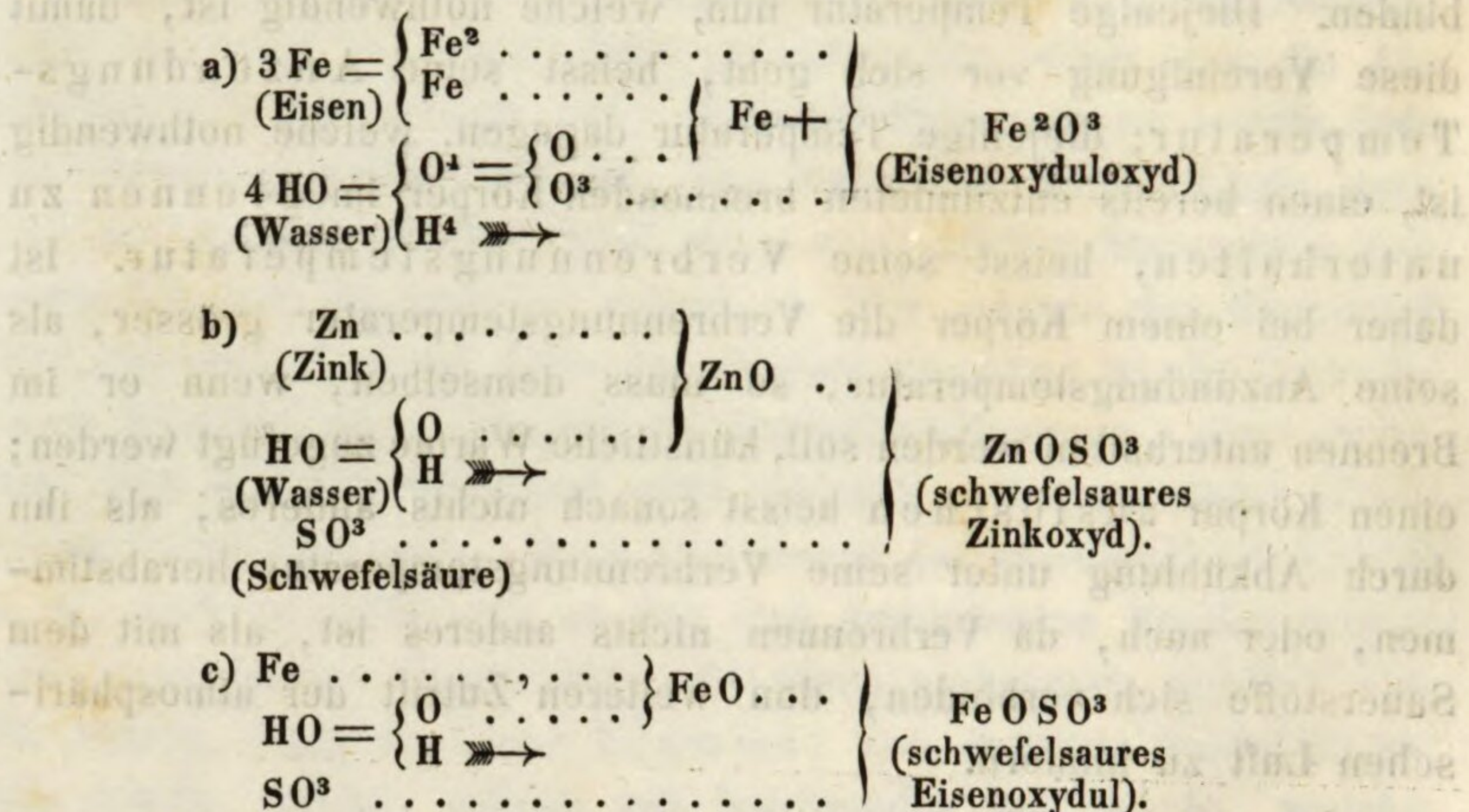
Anzünden heisst einen Körper auf eine bestimmte Temperatur zu bringen, bei welcher derselbe die Fähigkeit erlangt, unter Feuer-Erscheinung, d. i. unter Licht- und Wärme-Entwicklung, sich mit

einem Bestandtheile der Atmosphäre, mit dem Sauerstoffe, zu verbinden. Diejenige Temperatur nun, welche nothwendig ist, damit diese Vereinigung vor sich geht, heisst seine **Anzündungs-Temperatur**; diejenige Temperatur dagegen, welche nothwendig ist, einen bereits entzündeten brennenden Körper im Brennen zu unterhalten, heisst seine **Verbrennungstemperatur**. Ist daher bei einem Körper die Verbrennungstemperatur grösser, als seine Anzündungstemperatur, so muss demselben, wenn er im Brennen unterhalten werden soll, künstliche Wärme zugefügt werden; einen Körper auslöschen heisst sonach nichts anderes, als ihn durch Abkühlung unter seine Verbrennungstemperatur herabstimmen, oder auch, da Verbrennen nichts anderes ist, als mit dem Sauerstoffe sich verbinden, den weiteren Zutritt der atmosphärischen Luft zu hindern.

II. Wasserstoff. Hydrogenium*). H.

Der Wasserstoff*) findet sich nie oder nur selten im freien Zustande in der Natur, macht aber einen Bestandtheil des Wassers und fast aller organischen Körper aus. Man stellt ihn gewöhnlich aus dem Wasser = HO dar, indem man dasselbe entweder durch einfache Wahl- oder durch prädisponirende Verwandtschaft zerlegt. Ersteres geschieht dadurch, dass man Wasserdämpfe über glühendes Eisen leitet, letzteres dagegen vermittelt Wasser, Schwefelsäure und eines Wasser zersetzenden Metalles.

*) Von *ἵδωρ* Wasser, und *γεννάειν* erzeugen, entdeckt 1781 von Cavendish. Das Wasser wurde von den Alten als eines der vier Elemente der Natur betrachtet. Erst gegen Ende des 18. Jahrhunderts erkannte man das Wasser als eine Verbindung von Wasserstoff und Sauerstoff. Priestley beobachtete zuerst, dass beim Verbrennen von Wasserstoff in einem Glas auf Kosten von atmosphärischer Luft oder Sauerstoffgas sich eine gewisse Menge von Wasser auf der Wand des Gefässes niederschlägt; die Zusammensetzung des Wassers wurde indessen zuert auf unwiderlegliche Weise durch die fast gleichzeitigen Versuche von Watt, Cavendish und Lavoisier festgestellt.

Formeln:

Das Verhalten der Metalle zum Sauerstoff ist verschieden; einige, die unedelsten derselben, vereinigen sich schon bei gewöhnlicher Temperatur mit trockenem Sauerstoffgase; andere bedürfen hiezu auch der Gegenwart von Wasser; wieder andere verlangen eine erhöhte Temperatur und endlich bei wieder andern geschieht solches nur bei Gegenwart von Säuren. Einige Metalle sind auch im Stande, das Wasser zu zersetzen und verbinden sich dabei mit dem Sauerstoffe desselben, und diese heisst man wasserzersetzende Metalle; diess kann nur geschehen:

- für sich, ohne Erhöhung der Temperatur und ohne Zugabe einer Säure, wie solches z. B. bei Kalium und Natrium der Fall ist,
- bei erhöhter Temperatur, wie z. B. beim Eisen, Nickel, Kobalt, und endlich
- bei Gegenwart von Säuren, wie z. B. beim Zink, Zinn, Eisen etc.

Der Wasserstoff ist eine permanente Gasart ohne Farbe und im reinen Zustande ohne Geruch und Geschmack, der specifisch leichteste aller wägbaren Körper und besitzt unter allen Gasarten das grösste Lichtbrechungsvermögen; vom HO wird er nur in geringer Menge absorbirt, auf Pflanzenfarben zeigt er keine Einwirkung, unterhält weder das Athmen noch das Brennen, ist jedoch selbst entzündlich und brennt mit blauer, wenig leuchtender Flamme unter Erzeugung der höchsten Hitzegrade.

Auf seine Brennbarkeit gründet sich seine Anwendung zu

chemischen Zündmaschinen;*) vermöge eines geringen specifischen Gewichtes dient er zum Füllen von Luftballons (*Charlièren*), ausserdem findet er Anwendung zur Erzeugung der höchsten Hitzegrade (Hydro-Oxygengasgebläse). — Wasser (HO) ist das Oxyd des H, welches aus 88,9 Gewichtstheilen O und 11,1 Gewichtstheilen H besteht und sich gegen andere Oxyde indirect verhält; im vollkommen reinen Zustande kann es nur aus seinen Elementen dargestellt werden; das in der Natur vorkommende ist mehr oder weniger mit anderen Stoffen verunreinigt, und kann nur durch sorgfältige Destillation von denselben befreit werden. Das reine Wasser ist tropfbar flüssig, farblos durchsichtig, ohne Geruch und Geschmack, und von 1,0 specifischem Gewicht. Bei $+4,1^{\circ}\text{C}$. erreicht es seine grösste Dichtigkeit, unter 0°C . erstarrt es zu Eis, und dehnt sich dabei wieder mit einer Kraft aus, die selbst Felsen zersprengt. Bei 100°C . fängt es an zu kochen, und verwandelt sich in Dämpfe, die den 1700fachen Raum des Wassers, woraus sie sich bildeten, einnehmen.

Wesentlich verschieden ist eine Verdampfung von einer Verdunstung. Die Verdampfung einer Flüssigkeit findet nur bei einer bestimmten Temperatur, nämlich bei dem Siedepunkt der Flüssigkeit statt und geschieht in der ganzen Masse. — Die Verdunstung dagegen geschieht bei jeder Temperatur und nur auf der Oberfläche der Flüssigkeit.

So verdampft z. B. das Wasser bei 100°C . und in der ganzen Masse; verdunstet dagegen auch bei gewöhnlicher Temperatur, jedoch nur auf der Oberfläche.

Es verschluckt, besonders im kalten Zustande, viele Gasarten und ist das allgemeine Lösungsmittel für sehr viele feste Körper.

Das Wasser geht leicht in den gasförmigen Zustand über; die Temperatur, bei der diess geschieht, richtet sich nach dem Druck der Luft. Man hat am Thermometer zum zweiten festen Punkt, welcher durch 100 (in der Celsius'schen Scala) bezeichnet wird, die Temperatur angenommen, bei welcher das Wasser unter einem Drucke

*) Joseph Wolfgang Döbereiner, Chemiker, geb. 1780 auf dem Rittergute Bug bei Hof, gest. 1849 zu Jena, entdeckte u. a. die Eigenschaft des Platinschwammes, darauf strömendes Wasserstoffgas zu entzünden. Platinfeuerzeug, Döbereiner's Zündmaschine.

von 760 Millimeter Quecksilber siedet. Die Temperatur, bei der das Sieden stattfindet, nimmt mit dem Druck ab; so siedet das Wasser in dem leeren Raum einer Luftpumpe, selbst unter einer Eisschichte.

Wäre die Luft nur halb so dicht oder drückte sie nur halb so stark, so würde das Sieden und derselbe Grad der Verdampfung schon bei 64° R. der siedenden Flüssigkeit vor sich gehen; würde der Luftdruck auf $\frac{1}{4}$ herabgebracht, so läge der Siedepunkt bei 52° R.; bei $\frac{1}{8}$ des gewöhnlichen Luftdruckes ist der Siedepunkt etwa bei 40° R. etc. Man kann dann beträchtliches Brennmaterial sparen, zugleich würde die zu siedende Flüssigkeit nicht so leicht, oder gar nicht mehr verbrennen, welches sonst auch auf die Güte der siedenden Materien manchen nachtheiligen Einfluss hat. In neuerer Zeit hat man desswegen in den Zuckerfabriken mit dem Kessel eine Luftverdünnungsmaschine (eine Luftpumpe) verbunden, wodurch die Luft über der einzusiedenden Flüssigkeit so weit hinweggeschafft oder verdünnt wird, dass nun die Abdampfung leichter, mit weniger Brennmaterial und mit Beseitigung des vielen Rührens, auch ohne Anbrennen geschieht. Aus demselben Grunde ist die Luftpumpe auch schon beim Destilliren angewendet worden.

Das kochende Wasser ist also nicht an allen Orten der Erde gleich warm und folglich ist es auch nicht überall gleich tauglich zu häuslichen Zwecken, zur Bereitung der Speisen. In Quito z. B. kocht das Wasser schon bei 90° C. und diese Temperatur ist zum Kochen mancher Substanzen zu niedrig, welche eine Temperatur von 100° erfordern. Da der Barometerstand an einem und demselben Orte beständig schwankt, so folgt, dass sich auch der Siedepunkt beständig ändert. Wenn man den Druck auf die Flüssigkeit anstatt vermindert, vermehrt, so wird dadurch das Kochen anstatt beschleunigt, verzögert und die Temperatur steigt. Die ersten derartigen Versuche machte Papin, ein in der Mitte des 17. Jahrhunderts in Marburg lebender Gelehrter, welcher mit dem nach ihm genannten Papinianischen Topfe oder Digestor, der im Wesentlichen nichts Anderes ist als ein kleiner, mit einem Sicherheitsventile versehener Dampfkessel, nicht allein die grosse me-

chanische Kraft des Dampfes nachwies, sondern auch zeigte, dass man Fleisch, Knochen u. s. w. in einem solchen Topfe bei erhöhter Temperatur und vermehrtem Drucke weit vollständiger extrahiren kann, als bei der gewöhnlichen Siedetemperatur.

Das Wasser gibt an die Luft ziemlich bedeutende Dampfmengen ab, und zwar um so mehr, je weniger Wasserdampf die Luft schon enthält, je weniger sie mit Wasserdampf gesättigt und je höher ihre Temperatur ist. Man sagt dann, das Wasser verdunstet an der Luft.

Die Luft enthält stets eine gewisse Menge von Wasserdampf; während des Winters und beim Regenwetter ist sie ihrem Sättigungspunkte nahe, an warmen Sommertagen ist sie dagegen häufig sehr entfernt davon.

Das klarste Wasser der Bäche und Quellen ist kein reines Wasser, wovon man sich leicht überzeugen kann, wenn man eine gewisse Menge davon in einer Schale verdampft; es bleibt stets ein merklicher Rückstand. Das Regenwasser ist fast reines Wasser; da es aber gewöhnlich, bevor man es auffängt, auf die Dächer fällt, so enthält es immer etwas von fremden Substanzen aufgelöst. Man reinigt das Wasser durch Destillation. Da man häufig grosse Mengen von destillirtem Wasser in den Laboratorien braucht, so stellt man dasselbe in eigens dazu eingerichteten grossen Apparaten dar, deren einzelne Theile bereits früher angegeben wurden.

Das Wasser löst eine grosse Anzahl flüssiger und fester Körper auf; — im Allgemeinen um so mehr von jedem Stoffe, je wärmer es ist, so dass eine in der Wärme mit einem Körper gesättigte Lösung bei nachherigem Erkalten nicht mehr die ganze Menge aufgelöst behalten kann, und daher ein Theil des gelösten Stoffes auskrystallisirt. Um den übrigen Theil des noch in Lösung befindlichen Stoffes zu erhalten, muss man das Wasser verdampfen. Man bringt zu diesem Zwecke die Lösung in eine Porzellanschale und erhitzt diese auf einigen Kohlen, oder besser über der Flamme einer Spirituslampe. Wenn man hiebei nichts von dem in Lösung befindlichen Stoffe verlieren will, wie diess bei den chemischen Analysen nothwendig ist, so muss man sehr vorsichtig sein. Man darf die Flüssigkeit nicht bis zum Kochen erhitzen, weil die auf

dem heissen Boden der Schale sich bildenden Dampfblasen, sobald sie an die Oberfläche kommen, platzen und dann unfehlbar kleine Mengen der Lösung aus dem Gefässe schleudern würden.

Die Zusammensetzung des Wassers lässt sich auf analytischem Wege mittels der Volta'schen Säule genau bestimmen. Taucht man in schwach mit Schwefelsäure angesäuertes Wasser die beiden, in Platindrähten endigenden Pole einer Volta'schen Säule, so sieht man längs der beiden Drähte Gasblasen aufsteigen. Man kann dieses Gas in zwei getrennten Glasröhren auffangen, und findet hiebei, dass das an dem positiven Pole ausgeschiedene Gas Sauerstoffgas, das an dem negativen Pole Wasserstoffgas ist, und zwar ist das Volum des letzteren Gases doppelt so gross, als das Volum des ersteren, woraus hervorgeht, dass das Wasser aus 2 Volumen Wasserstoff- und 1 Volumen Sauerstoffgas besteht.

Vermöge der leichten Löslichkeit vieler festen und luftförmigen Körper im Wasser ist das in der Natur vorkommende immer durch verschiedene Mengen fremdartiger Stoffe verunreiniget. Ausser dem Meerwasser, welches die meisten Salze aufgelöst enthält, unterscheidet man nach der stufenweisen Zunahme der Reinheit:

1) Mineralwasser; das sind diejenigen, welche in grösseren Mengen Gasarten und Salze aufgelöst enthalten, und daher nicht als gewöhnliches Getränk, sondern mehr als Heilmittel und zur Abscheidung der darin aufgelösten Salze benützt werden; so enthalten z. B. die Sauerlinge oder Sauerbrunnen vorzüglich viel Kohlensäure, die Schwefelwasser Schwefel-Wasserstoff oder andere im Wasser lösliche Schwefelverbindungen; die Salzsoolen sind reich an Kochsalz, die Bitterwasser an schwefelsaurer Magnesia, die Stahlwasser an kohlensaurem Eisenoxydul u. s. w.

2) Quell- und Brunnenwasser enthält geringe Mengen von Kohlensäure, die ihm den erfrischenden Geschmack ertheilt und ausserdem vorzüglich kohlensauen Kalk, welcher sich durch die überschüssige Kohlensäure aufgelöst erhält und sich alsbald abscheidet, wenn durch längeres Stehen an der Luft oder durch Erwärmen die freie Kohlensäure entfernt wird. Daher kommt es, dass sich an den Töpfen und Kesseln, worin Brunnenwasser gekocht

wird, nach und nach eine Kruste von kohlensaurem Kalk, der sogenannte Kesselstein, ansetzt; daher rührt die trübe Auflösung der Seife in solchem Wasser, weil die Kalksalze die Seife zersetzen; daher auch der Name hartes Wasser.

Die wichtigsten Bestandtheile des harten Wassers, so wie die zur Auffindung derselben zu benützenden Reactionsmittel sind:

auf kohlensaurem Kalk	als Reagens	Seifenspiritus,
„ Kalk	„	Oxalsäure,
„ schwefelsaurem Kalk	„	Chlorbarium,
„ Kochsalz oder Chlorcalcium „	„	salpetersaures Silber - Oxyd,
„ Eisen	„	Ferrocyankalium oder Gall- äpfeltinktur,
„ organische Substanzen	„	salpetersaures Silberoxyd
und „ Brom	„	Chlor.

Diejenigen harten Wasser, welche durch Kochen oder längeres Stehen an der Luft, besonders der Sonne ausgesetzt, verbessert werden können, nennt man vorübergehend, die übrigen dagegen bleibend harte Wasser (besonders Chlormetalle enthaltend).

3) Das Flusswasser enthält fast keine Spur von Kohlensäure und kohlensaurer Salze, indem nämlich während seines Laufes nahezu alle Kohlensäure entweicht, — dagegen findet sich darin Gyps, Kochsalz und Bittersalz gelöst.

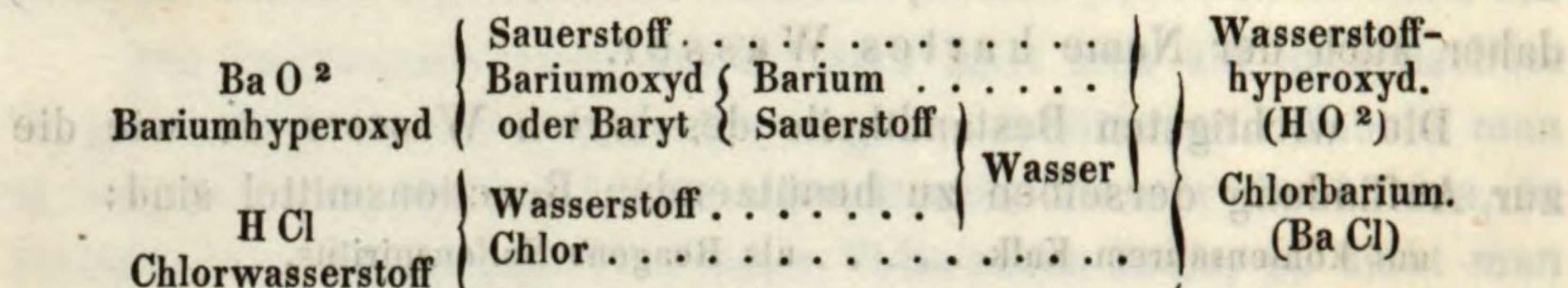
4) Regen- oder Schneewasser enthält nur geringe Spuren von Kali-, Natron-, Kalk- und Magnesiasalzen, nach Gewittern auch Spuren von Salpetersäure. In beiden, sowohl Fluss- als Regenwasser, löst sich die Seife ohne alle Trübung; sie werden daher auch vorzugsweise weiche Wasser genannt und zum Reinigen der Wäsche durch Seife angewendet.

Wasserstoffhyperoxyd. HO^2 .

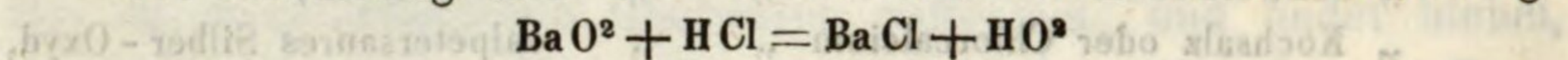
Der Wasserstoff kann sich noch mit einer grösseren Menge von Sauerstoff verbinden, als mit welcher er in dem Wasser vereinigt ist; diese zweite Verbindung hat den Namen Wasserstoffhyperoxyd*) oder oxydirtes Wasser erhalten; und kann dadurch dargestellt werden, dass man Bariumhyperoxyd (BaO^2) mit Salzsäure in Berührung bringt.

*) Dass Wasserstoffhyperoxyd wurde 1818 von Thénard entdeckt.

Das Bariumhyperoxyd löst sich hierbei ohne Gasentwicklung auf, es entsteht Chlorbarium, Wasser und Sauerstoff, welcher mit dem Wasser verbunden bleibt:



Die Zersetzung lässt sich daher darstellen durch die Gleichung:



Das möglichst concentrirte Wasserstoffhyperoxyd ist eine farblose Flüssigkeit von syrupartiger Consistenz, welche einen eigenthümlichen Geruch besitzt. Ihr specifisches Gewicht: 1,453; sie konnte bei keiner Temperatur in den festen Zustand übergeführt werden. Diese Flüssigkeit ist sehr wenig beständig und zersetzt sich bei einer Temperatur von 15 — 20° C. freiwillig; erwärmt man sie, so tritt eine sehr rasche Zersetzung, zuweilen selbst eine Explosion ein. Die Lösung von Wasserstoffhyperoxyd in Wasser ist etwas beständiger, und zersetzt sich noch nicht, wenn man sie auf 40 — 50° C. erwärmt.

In Berührung mit manchen Körpern zeigt das H O^2 sehr merkwürdige Erscheinungen. Bringt man zu H O^2 fein zertheiltes Au, Pt oder Ag, oder auch gewisse Metalloxyde, wie Mn O^2 , Pb O u. s. w., so entwickelt es unter Aufbrausen O, ohne dass die zugesetzten Stoffe eine Veränderung erleiden. Diese Substanzen scheinen daher nur durch ihre Berührung zu wirken, ohne dass eine chemische Einwirkung stattfindet. Man nennt diese noch nicht völlig erklärten Erscheinungen Contactwirkung oder katalytische Erscheinung. Es ist zu bemerken, dass diese festen Stoffe um so lebhafter einwirken, je feiner sie zertheilt sind, und dass die Sauerstoffentwicklung von ihrer Oberfläche aus stattfindet.

Ozon.

Das Ozon*) ist ein allotropischer Zustand des Sauerstoffes, d. h. es ist Sauerstoff, welchem abweichende Eigenschaften zukommen.

*) Von $\acute{o}\zeta\epsilon\tilde{\iota}\nu$ riechen; 1840 von Schönbein entdeckt.

Es zeigt sich beim Durchschlagen des electrischen Funkens durch Luft; auch wenn gewöhnlicher Sauerstoff über feuchten Phosphor geleitet wird; riecht eigenthümlich, bleicht Pflanzenfarben und reizt eingeathmet zum Husten, hat viel Aehnlichkeit mit Chlor, geht aber durch Erhitzen in gewöhnlichen Sauerstoff über.

Man kennt die Eigenschaften des Ozons im reinen Zustande noch verhältnissmässig wenig, aber es hat sich gezeigt, dass, besonders das durch den galvanischen Strom entbundene, Ozon ebenfalls eine Verbindung von Wasserstoff und Sauerstoff ist, welche noch mehr O als das HO^2 enthält und nach der Formel HO^3 zusammengesetzt ist, daher es auch hier Erwähnung finden kann.

Verschiedene Zustände eines und desselben einfachen Stoffes werden mit dem Namen Allotropie*) bezeichnet. Fälle der Art sind bis jetzt nur bei sehr wenigen Elementen beobachtet worden, nämlich beim Schwefel, Selen, Sauerstoff, Phosphor und Kohlenstoff. Der gewöhnliche Schwefel ist gelb, hart und krystallinisch; schmilzt man ihn aber, erwärmt ihn über 200° und giesst ihn dann in einem Strahle in kaltes Wasser, so erhält man eine braune, weiche und elastische Masse, welche einige Zeit hindurch den Zustand der Weichheit beibehält, bald aber härter wird und sich nach einigen Tagen wieder in gewöhnlichen Schwefel verwandelt. Aehnliche Erscheinungen bietet das Selen dar. Der gewöhnliche Phosphor ist weiss, durchsichtig, zähe, leicht schmelzbar und in Schwefelkohlenstoff leicht löslich; unter Wasser wird er im Dunkeln weiss, spröde und undurchsichtig; am Tageslichte wird er roth, spröde und löst sich nun nicht mehr in Schwefelkohlenstoff auf.

III. Kohlenstoff. Carbogenium. C.

Der Kohlenstoff findet sich in der Natur am reinsten als Diamant, mit sehr wenig Eisen und erdigen Stoffen gemengt im Graphit, ausserdem gebunden in der Kohlensäure und in allen organischen Körpern. — Kohle, d. i. unreinen Kohlenstoff gewinnt man durch Glühen organischer Körper in einem der Luft unzugänglichen Raume; vegetabilische meist aus Holz, thierische aus Fleisch, Blut u. s. w.

Der Diamant**) krytallisirt in regelmässigen Octaëdern, ist einer der härtesten aller bekannten Körper, hat das stärkste Licht-

*) Von *ἄλλος* ein anderer und *τροπή* Wendung, Veränderung.

**) Von *ἀδάμας* (der Unbezwingliche), wegen seiner grossen Härte und Unangreifbarkeit von Säuren etc.

brechungsvermögen, einen eigenthümlichen Glanz, ist vollkommen farblos, leitet die Wärme und Electricität schlecht und verbrennt nur bei den stärksten Hitzegraden.

Die Krystallbildung einer Substanz ist nur denkbar durch das langsame Erstarren aus flüssiger oder glasartiger Form; zur Entstehung des Diamanten ist daher eine vorhergegangene Lösung des auch bei den höchsten Temperaturen nicht flüssigen Kohlenstoffes nothwendig.

Das Vorkommen der Diamanten in den Lagern des Gahots in Indien deutet wohl auf eine Krystallisation des Kohlenstoffes auf nassem Wege; die im quarzreichen Glimmerschiefer in Brasilien eingewachsen gefundenen Diamanten können nicht wohl anders, als durch langsame Abkühlung geschmolzener Kohle gedacht werden.

Der weniger reine Graphit krystallisirt in sechsseitigen Tafeln, ist abfärbend, dunkelbleigrau, metallglänzend, undurchsichtig, weich und leitet die Wärme schlecht, die Electricität aber gut.

Gewiss auffallend ist es, wie Dimorphie und Amorphie solche Verschiedenheiten in den Eigenschaften eines Stoffes zuwege bringen. Aenderungen in der symetrischen Anordnung der Materie bewirken in keinem anderen Stoffe so bedeutende Verschiedenheit.

Die künstlich dargestellte Kohle zeigt keine Spur von Krystallisation, ist schwarz-glänzend, undurchsichtig, mehr oder weniger porös und ein schlechter Leiter für Wärme und Electricität.

Uebrigens ist aller Kohlenstoff völlig unschmelzbar und feuerbeständig, geruch- und geschmacklos, unlöslich in Wasser und allen anderen Lösungsmitteln, ohne Einwirkung auf Pflanzenfarben und verbrennt, bis zum Glühen erhitzt, im Sauerstoffgase oder in der Luft unter starker Entwicklung von Wärme und Licht zu Kohlensäure.

Frischgeglühte Kohlen besitzen die Eigenschaft, Gasarten und Dämpfe in ihre Poren aufzunehmen und unter Temperaturerhöhung zu verdichten und zwar erfolgt diese Absorption in so grösserem Maasse: 1) je trockener, je luftleerer der poröse Körper ist, z. B. frischgeglühte Buxbaumkohle absorbirt in 24 Stunden 25 Volumen Kohlensäure, dagegen in befeuchtetem Zustande in 14 Tagen nur 15 Volumen; 2) je dichter der Körper, je feiner die Poren

desselben sind, so verhält sich z. B. das Absorptionsvermögen der Korkkohle zu dem der Buxbaumkohle und zu dem der Steinkohle wie 1 : 8 : 11; 3) je grösser der Druck ist, der auf dem Gase lastet; 4) je niedriger die herrschende Temperatur ist, erhöhte Temperatur wirkt der Absorption entgegen, indem die Wärme die Gase expandirt, wodurch sie sich mehr von dem festen Körper entfernen, als mit demselben in Verbindung treten; 5) je reiner und unvermischter die Gasarten sind, und endlich 6) je mehr die Gase zur Liquefaction geneigt sind, daraus folgt, dass Dämpfe auch am meisten absorbirt werden.

Durch Erhitzen werden die absorbirten Gasarten wieder ausgetrieben und das Absorptionsvermögen des Körpers, z. B. der Kohle, wieder neuerdings hergestellt. Aehnlich wie Gasarten, werden auch Farbstoffe und ätherische Oele vermöge der absorbirenden Kraft der Kohle von ihr aufgenommen; daher auch ihre Anwendung zur Reinigung und Trinkbarmachung des Wassers, zur Entfuselung des Branntweines u. s. w.

Dadurch, dass man die Kohle vor ihrer Anwendung mit Salzsäure auszieht, wird ihr Absorptionsvermögen bedeutend erhöht, indem ihr dadurch die erdigen und salzigen Theile entzogen und sie auch für saure Flüssigkeiten brauchbar gemacht wird.

Die Blutkohle besitzt das grösste Absorptionsvermögen; bereitet man jedoch dieselbe auf gewöhnliche Weise, so ist die erhaltene Kohle nicht im Stande, eine Flüssigkeit zu entfärben, wohl aber erlangt sie ihr Absorptionsvermögen im höchsten Grade, wenn man dem Blute vor seiner Verkohlung etwas Pottasche zusetzt (auf 100 Pfund 1 Pfund), dann mit Kalilauge und endlich hinreichend mit Wasser auswäscht. — Alkalische Flüssigkeiten können durch Kohle nicht entfärbt werden, indem die Kohle der Flüssigkeit das Alkali entzieht.

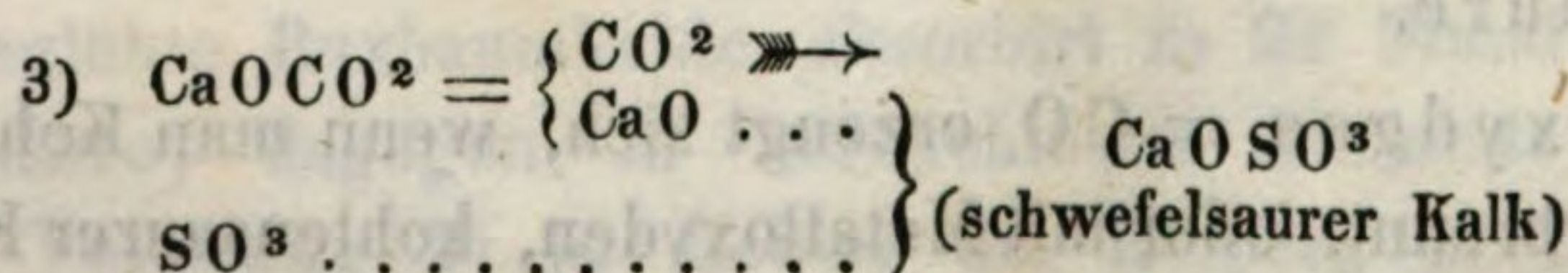
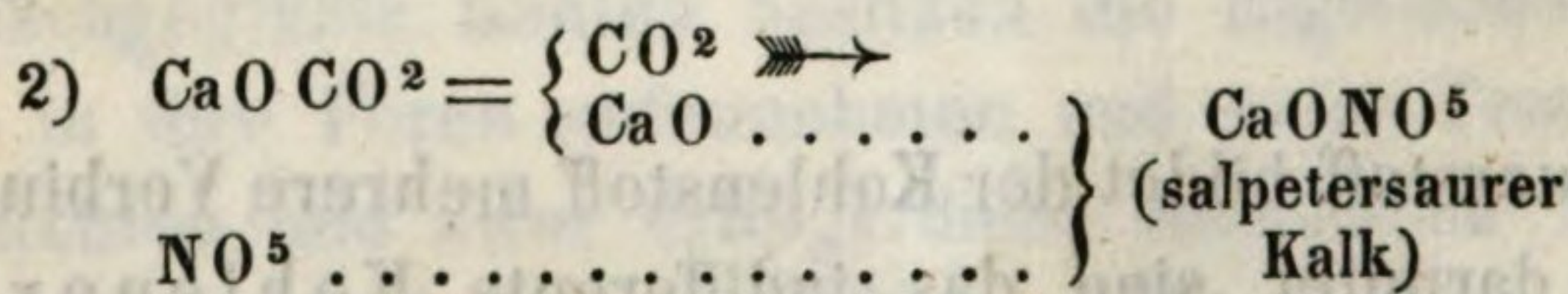
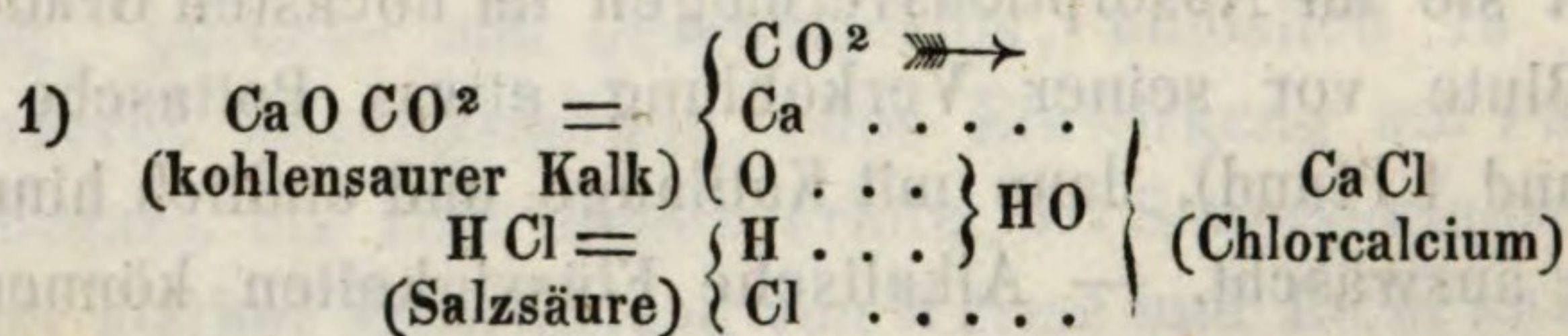
Mit dem Sauerstoff bildet der Kohlenstoff mehrere Verbindungen; die wichtigsten darunter sind das indifferente Kohlenoxyd und die Kohlensäure.

Kohlenoxydgas = CO erzeugt sich, wenn man Kohlen unvollkommen verbrennt, oder mit Metalloxyden, kohlensaurer Kalkerde

oder Kohlensäure glüht. Es ist ein farb-, geruch- und geschmackloses Gas, erstickt Menschen und Thiere, erregt, mit Luft eingeathmet, Schwindel und Kopfschmerz, wirkt nicht auf Pflanzenfarben, verbindet sich weder mit Säuren noch Basen und verbrennt, angezündet, mit hellblauer, wenig leuchtender Flamme zu Kohlensäure. Von ihm rühren vorzüglich die schädlichen, ja selbst tödtlichen Wirkungen des eingeathmeten Kohlendunstes her. Seine Dichtigkeit ist 0,967.

Die Kohlensäure = CO^2 findet sich frei in grosser Menge in manchen natürlichen Höhlen, z. B. in der Hundsgrotte bei Neapel und in der Dunsthöhle bei Pyrmont, dann in Gruben, wo sie aus Kohlenflötzen hervorströmt und die sogenannten stickenden Wetter bildet; in Kellern, worin gährende Flüssigkeiten aufbewahrt werden u. s. w.; im Wasser gelöst, besonders in den Sauerlingen, z. B. im Selterserwasser; gebunden an Basen, vorzüglich an Kalk, der sie begierig aufsaugt und daher zur Reinigung von damit erfüllten Räumen gebraucht werden kann. Sie bildet sich ferner beim Verbrennen unserer gewöhnlichen Brennmaterialien, beim Athmen der Menschen und Thiere, welche damit die atmosphärische Luft verunreinigen, bei der Gährung und Fäulniss. Künstlich wird sie dargestellt durch Uebergiessen von kohlensaurem Kalk mit Salz-, Salpeter- oder Schwefelsäure, welche ersteren durch einfache Wahlverwandtschaft zersetzen.

Formeln:



Die Kohlensäure ist ein farbloses Gas, das bei einem Drucke von 36 Atmosphären und 0°C . zu einer farblosen Flüssigkeit wird, welche bei einer Verdunstungskälte von -100°C . sogar zu feinen Krystallnadeln verdichtet werden kann.

In neuerer Zeit hat man ein kräftiges Mittel kennen gelernt, um den höchsten Grad künstlicher Kälte hervorzubringen, bei welchem wohl die meisten Gasarten in die tropfbarflüssige Form übergeführt werden können, nämlich das sogenannte Kohlensäurebad, welches man dadurch erhält, dass man die erhaltene weisse, feste, krystallisirte Kohlensäure mit Aether vermischt.

Sie hat einen schwach säuerlich-stechenden (prickelnden) Geruch und einen erfrischenden Geschmack, ist schwerer als die atmosphärische Luft, (bei 0°C . specifischem Gewicht = 1,529), wird von kaltem Wasser verschluckt, das einen gleichen Raumtheil davon aufnimmt, aber durch stärkeren Druck gezwungen werden kann, zwei bis drei Raumtheile derselben aufzunehmen und damit einen künstlichen Sauerling zu bilden, lässt sich aber durch Kochen davon wieder abscheiden. Feuchtes Lackmuspapier wird von der Kohlensäure vorübergehend geröthet; im Kalk- oder Barytwasser erzeugt sie weisse Niederschläge. Eingeathmet wirkt sie erstickend und brennende Körper verlöschen in ihr. Mit den meisten Basen vereinigt sie sich zu den kohlensauren Salzen oder den Carbonaten, welche beim Uebergiessen mit einer stärkeren Säure die Kohlensäure unter Aufbrausen entlassen.

Mit dem Wasserstoff schliesst der Kohlenstoff zwei indifferente anorganische Verbindungen, das Leucht-Gas und das Gruben-Gas.

Das Leuchtgas, auch schweres Kohlenwassertoffgas*), $= \text{H}^4\text{C}^4$ bildet sich beim schnellen Erhitzen organischer Körper, z. B. der Fette, Harze und der Steinkohlen, und kann auch durch Erhitzen von 1 Theil Weingeist $= \text{C}^4\text{H}^5\text{O} + \text{HO}$ mit 4 Theilen concentrirter Schwefelsäure bereitet werden. Die Schwefelsäure entzieht dem Weingeist Wasser $= \text{HO}$ und wandelt ihn dadurch in $4 \text{H}^4\text{C}^4$ um. Die Zersetzung ist indessen etwas verwickelter, denn es entweicht gleichzeitig Kohlensäure und schwefelige Säure.

*) Kohlenwasserstoff von $\upsilon\delta\omega\varrho$ Wasser, und carbo Kohle.

Das Leuchtgas ist farblos, von eckelhaftem Geruche, etwas leichter als die atmosphärische Luft, (specifisches Gewicht = 0,9784), wird von Wasser in geringer Menge absorbirt, wirkt eingeathmet sehr giftig, mit Chlorgas verdichtet es sich zu einem ölartigen Körper, dem Chloräther, wesswegen es auch ölbildendes Gas genannt wird. Da das Leuchtgas sich bei der Zersetzung des zu einem bestimmten Grade erhitzten Fettes bildet, so ist es auch ein Hauptbestandtheil der Flamme aller unserer Brennmaterialien, insbesondere der Wachs- und Unschlittkerzen, der Oellampen u. s. w.

Das Grubengas = H^2C erzeugt sich überall da, wo organische Körper unter Wasser faulen; es findet sich also in Sümpfen, Morästen und stehenden Wassern, woraus es durch Umrühren des Schlammes erhalten und durch Schütteln mit Kalkmilch von beigemengter Kohlensäure gereinigt werden kann. An manchen Orten dringt es aus der Erde hervor, in den Steinkohlengruben sammelt es sich oft in grosser Menge an und bildet die schlagenden Wetter oder feurigen Schwaden der Bergleute. Es erzeugt sich ferner beim Auflösen kohlenstoffhaltigen Eisens in Schwefelsäure oder Salzsäure, beim Erhitzen organischer Körper in verschlossenem Raume und wenn man Leuchtgas durch glühende Röhren, oder Weingeistdämpfe durch einen glühenden Flintenlauf leitet.

Das Grubengas ist farblos, von schwach widerlichem Geruche, ohne Geschmack, fast um die Hälfte leichter als die atmosphärische Luft, (specifisches Gewicht = 0,5590), wird vom Wasser sehr unbedeutend verschluckt, taugt nicht zum Athmen und verbrennt, entzündet, mit bläulicher, wenig leuchtender Flamme zu Kohlensäure und Wasser. Mit Sauerstoff gemengt und entzündet, verpufft es heftig, wodurch es in Steinkohlengruben oft grosse Verheerungen anrichtet.

Um diese zu verhüten, bedient man sich der Davy'schen Sicherheitslampe, die mit einem Cylinder von sehr feinem Drahtgewebe umgeben ist, kommt man mit dieser Lampe in ein schlagendes Wetter, so entzündet sich nur das in den Cylinder eingedrungene Gas, ohne dass sich die Entzündung auch der äusseren Umgebung mittheilt, weil nämlich das brennende Gas durch das

Drahtgewebe so sehr abgekühlt wird, dass sich die Entzündung nicht nach Aussen fortpflanzen kann.

Der Kohlenstoff verbindet sich auch mit dem Schwefel und bildet damit den Schwefelalkohol oder Schwefelkohlenstoff = CS^2 . Derselbe ist eine farblose Flüssigkeit von widerlichem Geruche, ist leicht entzündlich, mit blauer Flamme brennbar, unlöslich im Wasser, dagegen mischt er sich mit Alkohol und Aether, und bildet ein gutes Lösungsmittel für Kautschuk und Guttapercha (Vulkanisiren der letzteren), ist gewissermassen eine Kohlensäure, in welcher der Sauerstoff vertreten ist durch Schwefel, und wird erhalten dadurch, dass man Schwefeldämpfe über glühende Kohlen leitet. (Specifisches Gewicht bei $0^\circ C.$ = 1,293.)

Eine grosse Menge Kohlenstoff findet sich in den fossilen Kohlen, den Stein- und Braunkohlen, welche in der Natur oft grosse und ausgedehnte Lager bilden; sie sind durch die Vermoderung von Pflanzenkörpern entstanden, und enthalten neben dem Kohlenstoff veränderliche Mengen von Sauerstoff, Wasserstoff und Stickstoff, sowie mehr oder weniger erdige Theile. Nach dem Verhalten, welches sie zeigen, wenn sie im grob gepulverten Zustande in einem bedekten Tiegel geglüht werden, unterscheidet man Backkohlen, Sinterkohlen und Sandkohlen. Die Backkohlen blähen sich dabei auf und schmelzen zu einer Schlacke von der Form des Tiegels zusammen; die Sinterkohlen blähen sich nicht auf, kleben aber oberflächlich an einander, und die Sandkohlen gewinnen gar keinen Zusammenhang. Von diesen enthalten die Backkohlen am meisten Wasserstoff und geben die grösste Menge von Leuchtgas, während die Sinter- und Sandkohlen, zu welchen auch die Braunkohlen gehören, vorzugsweise Grubengas liefern. Hierauf gründet sich die ausschliessliche Anwendbarkeit der Backkohlen zur Gasbeleuchtung, wozu ausserdem auch Fette, flüchtige Oele und Harze gebraucht werden können.

Diese beiden Hauptklassen von natürlichen Kohlen, nämlich die Stein- und Braunkohlen, unterscheiden sich abgesehen von ihrer Farbe, durch welche sie oft nicht von einander zu erkennen sind, durch folgende Merkmale:

1) Die fossilen Kohlen besitzen ein natürliches Erdharz, Bitumen, wovon sich das in der Braunkohle enthaltene in warmer Kalilauge auflöst, das in den Steinkohlen enthaltene dagegen nicht. Durch Schwefelkohlenstoff kann letzteren dieses Erdharz entzogen werden, wodurch sie dann die Eigenschaft verlieren, in der Hitze Coaks zu bilden.

2) Die Braunkohlen enthalten immer mehr Schwefel in Gestalt von Schwefeleisen als die Steinkohlen, aus diesem Grunde werden auch erstere für mehrere technische Zwecke unbrauchbar.

3) Die Braunkohlen geben bei der trockenen Destillation einen dickflüssigen, übelriechenden, die Steinkohlen einen mehr dünnflüssigen und weniger übelriechenden Theer.

4) Die Steinkohlen geben mehr und besseres Leuchtgas.

5) Die Steinkohlen hinterlassen beim Glühen einen schwammigen, porösen Rückstand, genannt Coak, die Braunkohle geben nur eine zerbröckliche Masse.

Bei der Analyse hat sich gezeigt, dass in den Steinkohlen der Gehalt an Wasserstoff zu dem an Sauerstoff genau in demselben Verhältnisse steht, nach welchem beide Wasser bilden; in den Braunkohlen herrscht dagegen der Wasserstoff immer vor. — Diese Eigenschaft betrachtet man als die Ursache der Coaksbildung bei den Steinkohlen.

6) Die Steinkohlen sind immer reicher an Kohlenmaterie (80—90 %); die Braunkohlen dagegen ärmer (60—70 %).

7) Die Steinkohlen besitzen in ihrer Mischung immer Stickstoff (daher ist der Theer derselben immer ammoniakhaltig); die Braunkohle dagegen nicht. Auch in der Asche dieser beiden Kohlenarten zeigt sich nach ihrem vollständigen Verbrennen ein Unterschied, welcher darin besteht, dass endlich

8) die Asche der Braunkohlen immer reicher ist an Kalk, die der Steinkohlen immer reicher an Kieselerde.

Der älteste aller fossilen Brennstoffe ist der Anthracit, er gehört dem Uebergangsgebirge an und bildet gleichsam das Endresultat der Kohlenvermoderung; er ist dicht, schwarz, glänzend,

spielt Farben, hat einen muscheligen Bruch, besitzt die grösste Menge an Kohlenstoff von allen fossilen Brennstoffen, unterscheidet sich von den Steinkohlen lediglich dadurch, dass er kein Bitumen, kein natürliches Erdharz besitzt. Er verlangt eine grosse Hitze und einen starken Luftzug, um zu brennen und im Brennen unterhalten werden zu können, kann desshalb nicht zu Zimmerheizungen angewendet werden, und ist überall da vorzüglich im Gebrauche, wo man wenig Flamme, aber eine starke und anhaltende Hitze mit grosser Gluth verlangt.

Um aus den Backkohlen die zur Beleuchtung von Strassen und Häusern dienlichen brennbaren Gasarten zu erhalten, werden dieselben zerkleinert in gusseisernen Cylindern einer Kirschrothglühhitze ausgesetzt. Dabei erzeugen sich aus ihren Bestandtheilen theils gasförmige, theils dampfförmige Producte, nämlich Leuchtgas, Grubengas, Kohlenoxydgas, Wasserstoffgas, Wasser mit kohlensaurem Ammoniak, Theer, Stickstoffgas, und wenn in den Kohlen Schwefeleisen enthalten war, auch Schwefelwasserstoff. Von diesen Gasen sind jedoch nur die vier ersteren zu dem beabsichtigten Zweck tauglich, die übrigen müssen auf geeignete Weise von denselben abgeschieden werden. Zu dem Ende werden sämtliche Gasarten und Dünste durch gekrümmte Röhren aus den Cylindern in eine gleichfalls cylinderische Vorlage geleitet, worin sich schon eine grosse Menge ammoniakalischen Wassers und Theer absetzen, die in eine Theergrube abfliessen. Von hier aus gelangen sie in den Condensator, eine Vorrichtung, worin das in zahlreiche Röhren vertheilte Gas durch kaltes Wasser so abgekühlt wird, dass es allen Theer absetzt. Aus diesem geht es durch eine Röhre in den Reinigungsapparat, worin es durch eine mechanische Vorrichtung in stete Berührung mit Kalkmilch gebracht, und von Schwefelwasserstoff und Kohlensäure befreit wird. Endlich gelangt es in die Gasometer oder Gasbehälter, das sind blecherne unten offene Kästen, die mit der Oeffnung nach unten im Wasser stehen, durch die Höhe ihres Standes die Menge des darin angesammelten Gases anzeigen, und von welchen aus dasselbe nunmehr durch Röhren an den Ort seiner Bestimmung geleitet wird.

IV. Stickstoff. Nitrogenium*) N.

Der Stickstoff macht einen Hauptgemengetheil der atmosphärischen Luft, worin er 79 Raumprocente beträgt, sowie einen Grundbestandtheil sehr vieler organischer, besonders thierischer Körper aus. Man erhält ihn am einfachsten dadurch, dass man unter einer Glasglocke, die mit Wasser abgesperrt, Phosphor verbrennt; dieser entzieht der in der Glocke befindlichen atmosphärischen Luft Sauerstoff und bildet damit Phosphorsäure, welche sich in dem Wasser löst, und Stickstoff bleibt zurück. Auch durch mehrstündiges Schütteln der Luft mit Bleiamalgam (Blei + Quecksilber) kann man den Stickstoff für sich darstellen.

Der Stickstoff ist eine Gasart, ohne Farbe, Geruch und Geschmack, und wenig leichter als die atmosphärische Luft. (Specifisches Gewicht = 0,9713.) Er wird vom Wasser nur sehr wenig verschluckt, zeigt auf Pflanzenfarben keine Einwirkung, unterhält weder das Verbrennen, noch das Athmen, und kann auch nicht entzündet werden. Mit anderen Grundstoffen vereinigt er sich nur in dem Augenblicke, wo er aus einer anderen Verbindung frei wird; mit dem Sauerstoff erst dann, wenn ausser diesem noch ein prädisponirender Körper vorhanden ist.

Ein blosses Gemenge von 79 Raumtheilen Stickstoff und 21 Raumtheilen Sauerstoff stellt die atmosphärische**) Luft dar. Die Verhältnisse dieser Gemengtheile bleiben sich zu allen Jahreszeiten, in allen Gegenden der Erde, und in allen Höhen der Luft gleich, doch enthält sie nebenbei immer geringe und veränderliche Mengen Wasserdampf und Kohlensäure.

Wir können wesentliche und zufällige Bestandtheile der Luft unterscheiden; zu den ersteren gehören Sauerstoff und Stickstoff in dem angegebenen Verhältnisse; zu den letzteren in erster Linie Kohlensäure und Wasser, zu den verschiedenen Jahreszeiten, an den verschiedenen Stellen der Erde und in den verschiedenen Höhen in verschiedener Menge, — ferner Schwefel-

*) Von *νίτρον* Alkali, und *γεννάειν* erzeugen, d. h. Salpetererzeuger.

**) Von *ἀτμός* Dampf, Dunst, und *σφαῖρα* Kugel.

wasserstoff, Salzsäure, schwefelige Säure, Salpetersäure, Ammoniak und endlich zahlreiche organische Materien.

Bei der Athmung von Menschen und Thieren, überhaupt bei jeder Verbrennung kohlenstoffhaltiger Körper, wird Kohlensäure gebildet, welche sich mit dem durch die verschiedenen Vorgänge der Verdampfung und Verdunstung in die Atmosphäre gelangenden Wasser daselbst sich ansammelt. Um den Wassergehalt der Luft anzugeben, hat man die Hygrometer und Psychrometer.

Schwefelwasserstoff findet sich nur in der Luft in der Nähe von Kloaken und Abtritten, sowie auch in der Nähe von Quellen, welche Schwefelwasserstoff enthalten.

Schwefelige Säure findet sich in der Luft in der Nähe von Orten, an denen schwefelhaltige Stein- oder Braunkohlen gebrannt werden.

Salzsäure kommt häufig in der Luft in der Nähe des Meeres vor, weil in dem Meerwasser salzsaure Bittererde ($\text{MgO} \cdot \text{HCl} = \text{MgCl} + \text{HO}$) enthalten ist, welche leicht zersetzt wird und dadurch Salzsäure frei macht; sie findet sich auch in der Nähe von chemischen Fabriken, und ist dabei vorzüglich den Pflanzen höchst schädlich.

Salpetersäure findet sich in der Atmosphäre besonders nach Gewittern; entstanden durch die chemische Vereinigung des Stickstoffs und Sauerstoffs der Luft durch die Electricität derselben.

Das Ammoniak findet sich ebenfalls in der Atmosphäre, besonders in der Nähe von Schlachthäusern, Weissgerbereien, Gottesäckern u. s. w., indem es als nie fehlendes Verwesungsproduct stickstoffhaltiger organischer Körper auftritt.

Endlich finden sich immer zahlreiche Miasmen*) und Contagien**) schwebend in der Luft; um sie nachzuweisen, hängt man mit Eis gefüllte Glaskugeln in die Luft; es schlägt sich dann in Folge der Abkühlung Wasser an denselben nieder, welches man vorsichtig abnimmt, und nur einen Tag ruhig stehen zu lassen braucht, so

*) Von *μίασμα* Verunreinigung.

**) Contagium, Ansteckung.

wird dasselbe schon in dieser kurzen Zeit ganz faul und übelriechend, welches offenbar von den in demselben enthaltenen organischen Materien herrührt.

Da die Atmosphäre die ganze Erde umgibt, so sind alle Gegenstände auf derselben ihrer steten Einwirkung ausgesetzt und sehr viele chemische Erscheinungen, z. B. das Athmen, das Verbrennen, das Rosten der Metalle, die Gährung und Fäulniss organischer Körper, lassen sich nur durch den Einfluss des in ihr enthaltenen Sauerstoffes erklären.

Diejenigen Instrumente, welche zur Bestimmung eines Gehaltes einer Luft an Sauerstoff dienen, heissen Eudiometer (von *εὐδιος* heitere Luft, und *μετρεῖν* messen). Das beste Eudiometer ist das sogenannte Volta'sche. Ein Theil der zur Untersuchung gegebenen Luft wird in einer graduirten Glasröhre mit einer hinreichenden Menge Wasserstoff vermengt und darauf das Gemenge durch einen electrischen Funken, welcher zwischen zwei in die Röhre eingeschmolzenen Platinspitzen überschlägt, entzündet. Der H verbrennt dabei mit dem O der Luft zu HO, und von der dadurch verschwundenen Gasmenge ist ein Drittheil Sauerstoff.

Durch zahlreiche Analysen der Luft hat man gefunden, dass dieselbe in 100 Raumtheilen aus:

Sauerstoff	20,9
Stickstoff	79,1
	100,0

und in 100 Gewichtstheilen aus:

Sauerstoff	23,1
Stickstoff	76,9
	100,0

besteht.

Die aus weit entfernten Gegenden und aus verschiedenen Höhen der Atmosphäre gesammelte Luft zeigte eine kaum bemerkliche Verschiedenheit in der Zusammensetzung.

Das Gleichbleiben dieses Verhältnisses zwischen Sauerstoff und Stickstoff in der atmosphärischen Luft hat einige Chemiker zu der Annahme geführt, dass die atmosphärische Luft nicht ein Gemenge der beiden sie zusammensetzenden Gase, sondern eine wahre chemische Verbindung derselben sei. Wir wollen die hauptsächlichsten Gründe, welche das Irrige dieser Ansicht nachweisen und darthun, dass

Stickstoff- und Sauerstoffgas in der Luft nur mit einander gemengt sind, in Folgendem entwickeln.

Bei der chemischen Verbindung zweier Gase mit einander wird immer Wärme frei; man hat aber bei der Mischung von Sauerstoffgas mit Stickstoffgas keine Veränderung der Temperatur bemerkt, und wenn die beiden Gase in demselben Verhältnisse mit einander vermischt werden, in welchem sie sich in der atmosphärischen Luft befinden, so erhält man ein Gemenge, welches in allen Beziehungen mit dem Gase unserer Atmosphäre identisch ist.

Das Verhalten der atmosphärischen Luft gegen Wasser liefert endlich den überzeugendsten Beweis, dass sie ein bloßes Gemenge von Sauerstoff- und Stickstoffgas ist. Wasser, welches längere Zeit mit Luft in Berührung gewesen ist, hat eine gewisse Menge davon aufgenommen, welche sich davon trennen und aufsammeln lässt. Im Falle die atmosphärische Luft eine Verbindung von Sauerstoff- und Stickstoffgas wäre, müsste das in dem Wasser aufgelöste Gas dieselbe Zusammensetzung besitzen, wie die Luft selbst. Ist die Luft dagegen ein blosses Gemenge beider Gase, so wird die Zusammensetzung des von dem Wasser aufgelösten Gases verschieden sein von der Zusammensetzung der Luft, weil die Löslichkeitsverhältnisse des Sauer- und Stickstoffes im Wasser von einander abweichen. Die Analyse des absorbirten Gases hat in der That gelehrt, dass dieses der Fall ist; denn die Zusammensetzung der bei gewöhnlicher Temperatur vom Wasser absorbirten Luft ist in Raumtheilen ausgedrückt:

Sauerstoff	34,9
Stickstoff	65,1
	100,0

Das Wasser absorbirt bei 4° C. $\frac{22}{1000}$ seines Volumens Luft von obiger Zusammensetzung.

Die atmosphärische Luft ist fortwährend chemischen Einflüssen unterworfen, welche sämmtlich die Zusammensetzung derselben zu verändern streben; die verschiedenen Wirkungen sind aber entgegengesetzter Art, und da sie gleichzeitig stattfinden, so heben

sie einander auf, wesshalb die Luft eine merklich unveränderliche Zusammensetzung besitzt.

Der Stickstoff kann sich mit dem Sauerstoff in 4 Verhältnissen vereinigen und bildet damit 1) das Stickstoffoxydul = NO , 2) das Stickstoffoxyd = NO^2 , 3) die salpeterige Säure = NO^3 , 4) die Untersalpetersäure und 5) die Salpetersäure = NO^5 .

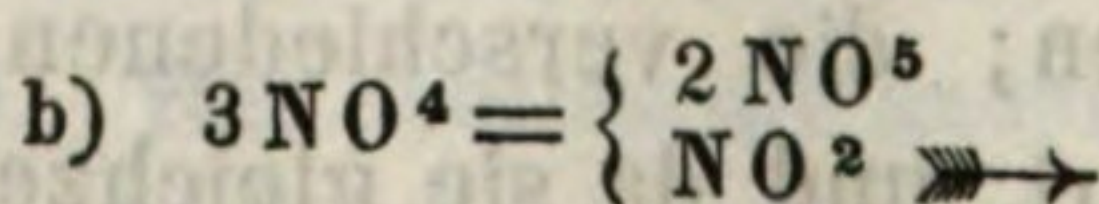
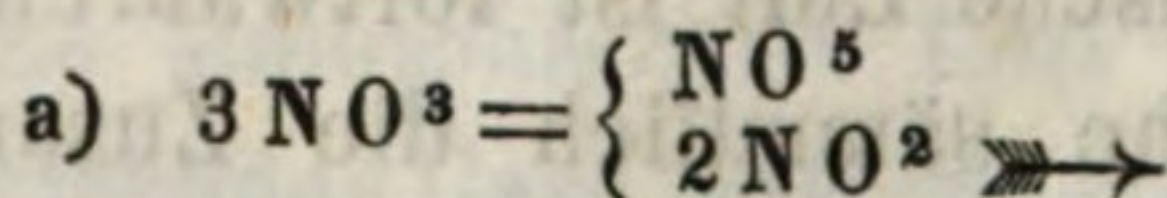
Das Stickstoffoxydul, welches beim Auflösen des Zinkes in sehr verdünnter Salpetersäure, oder durch Erhitzen von salpetersaurem Ammoniak entsteht, ist ein indifferentes, farbloses Gas, von schwachem, gewürzhaftem Geruche und süßlichem Geschmacke, unterhält das Verbrennen lebhafter als die atmosphärische Luft und erzeugt beim Einathmen Heiterkeit und Berauschung (daher Lustgas), endlich Schlagfluss oder Wahnsinn.

Das Stickstoffoxydul enthält in seinem Volumen ein gleiches Volumen Stickstoff und ein halbes Volumen Sauerstoff. Sein specifisches Gewicht ist 1,527.

Das Stickstoffoxyd wird erhalten, wenn man Metalle oder andere oxydirbare Körper in Salpetersäure auflöst, wodurch dieser 3 O entzogen werden. Es ist ein indifferentes farbloses Gas, zum Athmen und, mit wenigen Ausnahmen, auch zum Brennen untauglich. In Berührung mit der atmosphärischen Luft entzieht es derselben Sauerstoff und geht in salpetrige Säure, = NO^3 , über. Specifisches Gewicht = 1,039.

Die salpetrige Säure erscheint als ein dunkelorang gefärbtes Gas, das bei -20° zu einer farblosen Flüssigkeit verdichtet wird, hat einen erstickenden, stechenden Geruch und sauren Geschmack, färbt organische Körper bleibend gelb, ist ein kräftiges Oxydationsmittel, zersetzt sich (ähnlich der Untersalpetersäure NO^4) mit Wasser in Salpetersäure und Stickstoffoxyd, und gibt mit Basen die salpetrigsauren Salze, welche beim Uebergiessen mit Schwefelsäure gelbrothe Dämpfe entwickeln.

Formeln:



Die Salpetersäure, NO^5 , findet sich in der Natur immer nur an Basen gebunden, und erzeugt sich besonders dann, wenn stickstoffhaltige organische Substanzen bei hinreichendem Luftzutritt und Gegenwart von Basen in Fäulniss übergehen. Aus den entstandenen salpetersauren Salzen lässt sich die Salpetersäure durch Schwefelsäure abscheiden, wobei sie jedoch immer Wasser aufnimmt und entweder erstes oder zweites Hydrat bildet. — Das erste Salpetersäurehydrat, $\text{NO}^5 + \text{HO}$, erhält man durch Destillation von 100 Theilen salpetersauren Kali's mit 98 Theilen Schwefelsäure. Es ist eine farblose, rauchende Flüssigkeit von eigenthümlichem Geruche und sehr saurem Geschmacke, enthält 14 Procent Wasser, zieht aus der Luft noch mehr ein und wird im Sonnenlichte gelblich. — Das zweite Salpetersäurehydrat $= \text{NO}^5 + 5\text{HO}$, wird erhalten wie das erste, nur dass man in der Vorlage auf ein Pfund salpetersaures Kali 11 Loth Wasser vorschlägt. Es ist eine farblose, an der Luft nicht rauchende Flüssigkeit, von sehr schwachem Geruche, enthält 40 Procent Wasser und wird im Sonnenlichte nicht verändert.

Beide Salpetersäurehydrate, insbesondere das letztere, welches im Handel unter dem Namen Scheidwasser bekannt ist, wirken als kräftige Oxydations- und Auflösungsmittel auf sehr viele Metalle und färben die meisten thierischen Stoffe, z. B. Haut, Seide, Wolle, auch Holz und Kork gelb. Dieser Eigenschaften wegen finden sie in den Künsten und Gewerben mannigfaltige Anwendung. Man gebraucht sie zur Verfertigung verschiedener Metallauflösungen, wobei gewöhnlich ein Theil der Salpetersäure 3 Antheile Sauerstoff an das Metall abgibt und dadurch zu Stickstoffoxyd wird, das in Berührung mit der Luft sich in salpetrigsaure Dämpfe verwandelt, während das entstandene Metalloxyd sich mit einem andern Theil der Salpetersäure zu einem Salze verbindet, das in dem Hydratwasser gelöst bleibt. Man benützt sie ferner zur Scheidung des Goldes von dem Silber, zum Aetzen in Kupfer, Stahl und Stein, zum Hervorbringen gelber Muster auf blauen Woll- und Seidenzeugen, zum Gelbbeizen des Nussbaumholzes und der Schreibfedern u. s. w.

Durch Glühen von trockenem salpetersaurem Bleioxydul erhält

man eine Doppelsäure, die salpetrige Salpetersäure = $\text{NO}^3 + \text{NO}^5$ oder Untersalpetersäure = NO^4 , welche bei gewöhnlicher Temperatur eine rothe Flüssigkeit darstellt, beim allmählichen Zusatz von Wasser anfangs gelb, dann grün, blau und zuletzt farblos wird, und sich dabei in Stickstoffoxyd und Salpetersäure zersetzt. Eine Auflösung dieser merkwürdigen Doppelsäure in Salpetersäurehydrat ist die sogenannte rauchende Salpetersäure, welche man durch Destillation von 100 Theilen salpetersauren Kali mit 49 Theilen concentrirter Schwefelsäure darstellt. Sie erscheint, je nach dem Gehalte an dieser Doppelsäure, bald dunkelroth, bald gelbroth, stösst an der Luft rothe Dämpfe von salpetriger Salpetersäure aus, zeigt beim Verdünnen mit Wasser, oder dem Lichte ausgesetzt, dieselben Farbenerscheinungen und Veränderungen, wie jene, und wird als eines der kräftigsten Oxydationsmittel angewendet.

Einwirkung der Salpetersäure.

Die Salpetersäure wirkt, ähnlich wie auf die unorganischen Stoffe, auch auf viele organische Körper oxydirend und verwandelt sich hiebei unter Abgabe von Sauerstoff in NO^3 oder NO^2 . In Folge der Aufnahme von O aus der NO^5 wird entweder dem organischen Körper H entzogen, oder es tritt der O in die Verbindung ein, oder es findet endlich beides gleichzeitig statt, so dass H der organischen Verbindung entzogen wird und ausserdem eine gewisse Menge von O in die Verbindung eintritt. Der Unterschied zwischen der Wirkung des freien O und des aus der NO^5 frei werdenden besteht hauptsächlich darin, dass letzterer kräftiger einwirkt, so dass eine tiefer eingreifende Oxydation stattfindet.

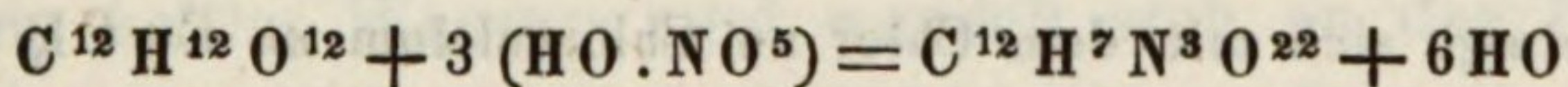
In anderen Fällen beobachtet man bei der Behandlung organischer Substanzen mit NO^5 keine Entwicklung rother Dämpfe, so dass scheinbar keine Einwirkung stattfindet; aber der organische Körper erleidet hiebei doch eine Veränderung und nimmt die Elemente der NO^5 unter Abscheidung von HO auf. Auf jedes Aequivalent wasserfreier NO^5 , welches hiebei in die Verbindung eintritt, wird 1 Aequivalent HO abgeschieden.

Die in dieser Weise erhaltenen Verbindungen führen den

Namen Nitroverbindungen. Aehnlich wie die NO^5 wirkt eine Mischung von NO^5 mit SO^3 , mit dem Unterschiede jedoch, dass unter diesem Verhältnisse Nitroverbindungen bedeutend leichter gebildet werden.

Eine merkwürdige Verwandlung erleidet die Pflanzenfaser durch eine Mischung von concentrirter SO^3 und NO^5 . Ohne sich darin zu lösen oder ihre Form zu ändern, verwandelt sie sich hiebei in eine Nitroverbindung, das Pyroxylin oder die Schiessbaumwolle. Dieselbe ist in Wasser und Alkohol unlöslich, löst sich aber in Aether und Essigäther auf (Collodium) und bleibt beim Verdunsten der Lösung als durchsichtige Haut zurück, verbrennt bei der Berührung mit einem glühenden Körper plötzlich unter schwacher Verpuffung, ohne Kohle zu hinterlassen. Man hat es als Ersatzmittel für das Pulver vorgeschlagen.

Seine Bildung wird dargestellt durch die Gleichung:



Mit Basen bildet die Salpetersäure die salpetersauren Salze oder Nitrate. Diese sind im neutralen Zustande im Wasser löslich, krystallisirbar, besitzen einen salzig-kühlenden Geschmack, entwickeln in der Glühhitze Sauerstoffgas und werden dadurch erst in salpetrigsaure Salze, dann unter Entweichen von Stickstoff- und Sauerstoffgas in Stickstoffoxydverbindungen verwandelt, endlich ganz zersetzt. Mit brennbaren Körpern, z. B. Kohle, erhitzt, verpuffen sie unter Funkensprühen, indem sie Sauerstoff an jene abtreten, wodurch Stickstoffoxyd frei wird. Stärkere Säuren, z. B. concentrirte Schwefelsäure, treiben aus ihnen die Salpetersäure in weissen Dämpfen aus, rauchende Schwefelsäure entwickelt salpetrigsaure Dämpfe. Setzt man zur Lösung eines salpetersauren Salzes etwas Schwefelsäure und ein Eisenoxydulsalz, so färbt sich die Flüssigkeit dunkelbraun.

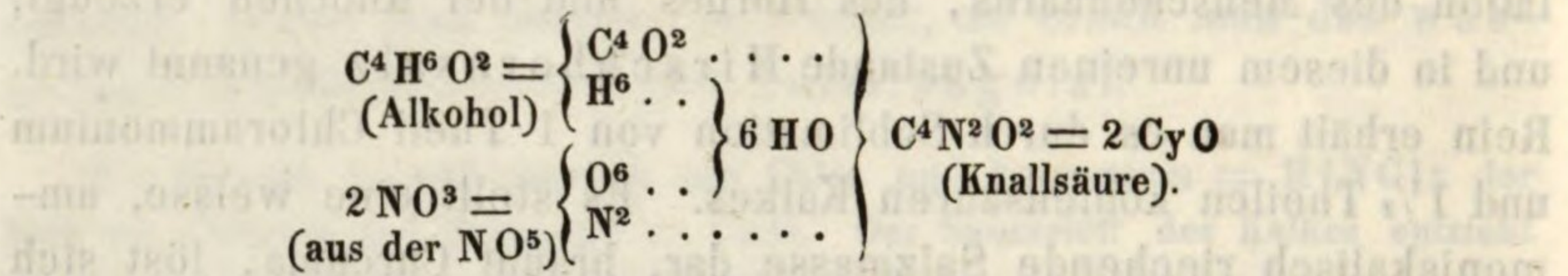
Mit dem Wasserstoff vereinigt sich der Stickstoff in mehreren Verhältnissen. Als von allgemeinem Interesse mögen hier das Ammonium = H^4N und das Ammoniak = H^3N Erwähnung finden.

flüchtig. Man benützt besonders den Salmiakgeist als äusserliches Arzneimittel, in der Färberei zum Schönen der blauen Farbe, zum Ausmachen von Flecken, die durch Säuren hervorgebracht sind, bei der Fabrikation des Schnupftabaks u. s. w. Mit den Säuren bildet das Ammoniak eigenthümliche Salze, welche einen stechenden Geschmack besitzen, im Wasser löslich, in der Hitze bald mit, bald ohne Zersetzung flüchtig sind, und mit Kali oder Kalk zusammengerieben, das Ammoniak entweichen lassen, welches sich durch seinen Geruch u. s. w. zu erkennen gibt. Das wichtigste dieser Salze ist das anderthalb kohlen-saure Ammoniak $= 2\text{H}^3\text{N} + 3\text{CO}^2 + 2\text{HO}$, welches sich mit vielem stinkenden Oel verunreinigt, bei der Destillation des Menschenharns, des Hornes und der Knochen erzeugt, und in diesem unreinen Zustande Hirschhornsalz genannt wird. Rein erhält man es durch Sublimation von 1 Theil Chlorammonium und $1\frac{1}{2}$ Theilen kohlen-sauren Kalkes. Es stellt eine weisse, ammoniakalisch riechende Salzmasse dar, bräunt Curcuma, löst sich in 2 Theilen kalten Wassers und wandelt sich an der Luft, unter Abgabe von Ammoniak, in doppelt kohlen-saures Salz um. Man gebraucht es als Arzneimittel und zur Beschleunigung des Aufgehens feiner Backwaaren.

Stickstoff und Kohlenstoff vereinigen sich nicht unmittelbar, sondern erst durch prädisponirende Verwandtschaft, wenn Alkalien in der Glühhitze auf stickstoff- und kohlenstoffhaltige thierische Substanzen einwirken. Das Metall des Alkali's zwingt dann beide Stoffe zu einer Verbindung, welche Cyan*) $= (\text{C}^2\text{N}$ oder Cy) genannt wird und eignet sich dieselbe an, wodurch entweder ein Cyanid, oder bei einem geringeren Verhältnisse von Cyan ein Cyanür entsteht. Dieses Cyan ist besonders merkwürdig durch die Verbindungen, welche es mit Wasserstoff, Sauerstoff und Metallen eingeht, zu welch letzteren es sich als ein Salzbild verhält. Für sich dargestellt ist es ein farbloses, stechend riechendes Gas, welches, entzündet, mit roth-blauer Flamme brennt, und von Wasser und Weingeist verschluckt wird. Specifisches Gewicht $= 1,86$.

*) Von *κυάνεος* himmelblau.

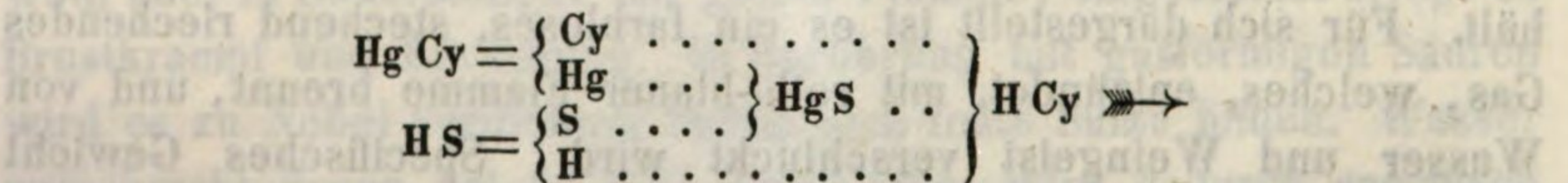
Mit dem Sauerstoff liefert das Cyan die Cyansäure und die Knallsäure, welche beide von gleicher Zusammensetzung = C^2NO , aber in ihren Salzen von einander verschieden sind. Die Knallsäure kennt man bloß in ihren Verbindungen mit Basen, von denen sie sich nicht trennen lässt, ohne zersetzt zu werden; solche Verbindungen sind z. B. das knallsaure Quecksilberoxydul und das knallsaure Silberoxyd, welche man erhält, wenn Quecksilber oder Silber in überschüssiger Salpetersäure aufgelöst und die erwärmte Auflösung mit Weingeist versetzt wird, worauf das Salz in weissen, seidenartigen Nadeln sich abscheidet.

Formel:

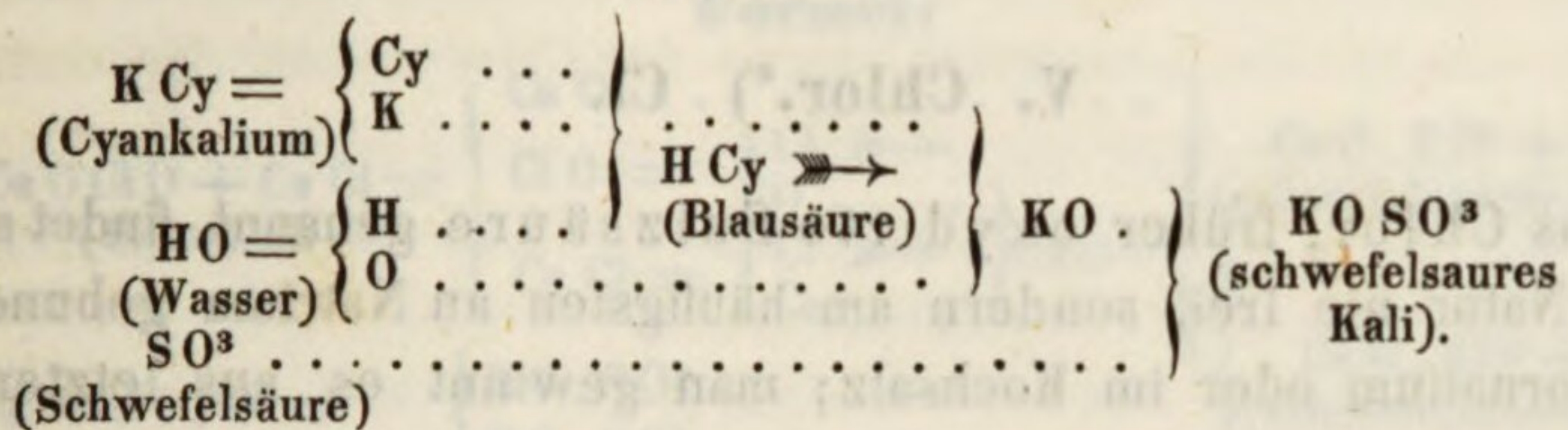
Durch den freigewordenen O der NO^5 wird das Ag oder Hg oxydirt, welches sich dann mit den zwei Aequivalenten CyO verbindet und ein knallsaures Salz bildet.

Alle knallsauren Salze zeichnen sich dadurch aus, dass sie bei dem geringsten Stoss oder Druck mit dem heftigsten Knalle sich zersetzen; man benützt sie daher zur Verfertigung von Zündhütchen an den Percussionsgewehren.

In Verbindung mit Wasserstoff stellt das Cyan die Cyanwasserstoffsäure oder Blausäure = HCy dar, welche sich bei der Destillation der Blätter, Blüthen und Saamen vieler Steinobstarten mit Wasser erzeugt, gewöhnlich aber dadurch bereitet wird, dass man entweder in eine Lösung von Cyanquecksilber Schwefelwasserstoff leitet,

Formel:

oder ein anderes Cyanmetall, z. B. Cyankalium = KCy , mit verdünnter Schwefelsäure behandelt.

Formel:

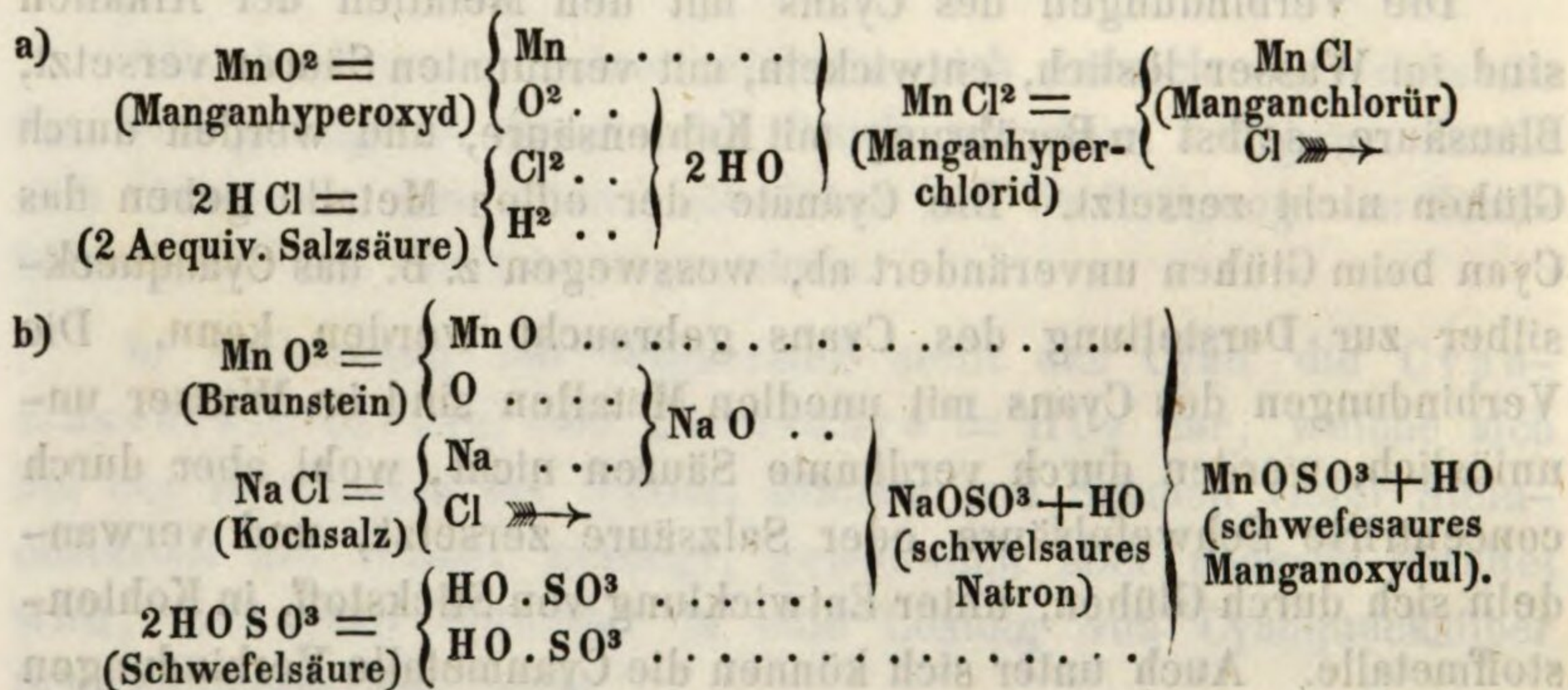
Sie erscheint als eine klare farblose Flüssigkeit von starkem, bittermandelartigem Geruche, und anfangs kühlendem, dann scharfem kratzenden Geschmacke; sie ist das heftigste Gift, welches sowohl innerlich genommen, als in äussere Wunden gebracht, mit Blitzeschnelle tödtet, indem es das Blut gerinnen macht, und die Nerven-thätigkeit lähmt. Wasser, Weingeist und Aether nehmen sie in jedem Verhältniss auf; beim Zutritt der Luft, des Lichtes und der Wärme wird sie allmählig zersetzt. Mit Basen bildet sie durch Abgabe des Wasserstoffs, an den Sauerstoff desselben, Wasser und Cyanmetalle. In sehr verdünntem Zustande findet sie als Heilmittel Anwendung. Specifisches Gewicht = 0,697.

Die Verbindungen des Cyans mit den Metallen der Alkalien sind im Wasser löslich, entwickeln, mit verdünnten Säuren versetzt, Blausäure, selbst in Berührung mit Kohlensäure, und werden durch Glühen nicht zersetzt. Die Cyanate der edlen Metalle geben das Cyan beim Glühen unverändert ab, wesswegen z. B. das Cyanquecksilber zur Darstellung des Cyans gebraucht werden kann. Die Verbindungen des Cyans mit unedlen Metallen sind im Wasser unlöslich, werden durch verdünnte Säuren nicht, wohl aber durch concentrirte Schwefelsäure oder Salzsäure zersetzt, und verwandeln sich durch Glühen, unter Entwicklung von Stickstoff, in Kohlenstoffmetalle. Auch unter sich können die Cyanmetalle Verbindungen eingehen, wodurch die sogenannten Doppelcyanüren entstehen. Die wichtigsten dieser Verbindungen sind das Ferrocyankalium oder das Blutlaugensalz, das Ferrocyan-eisen oder das Berlinerblau u. s. w., wovon weiter unten die Rede sein wird.

V. Chlor.*) Cl.

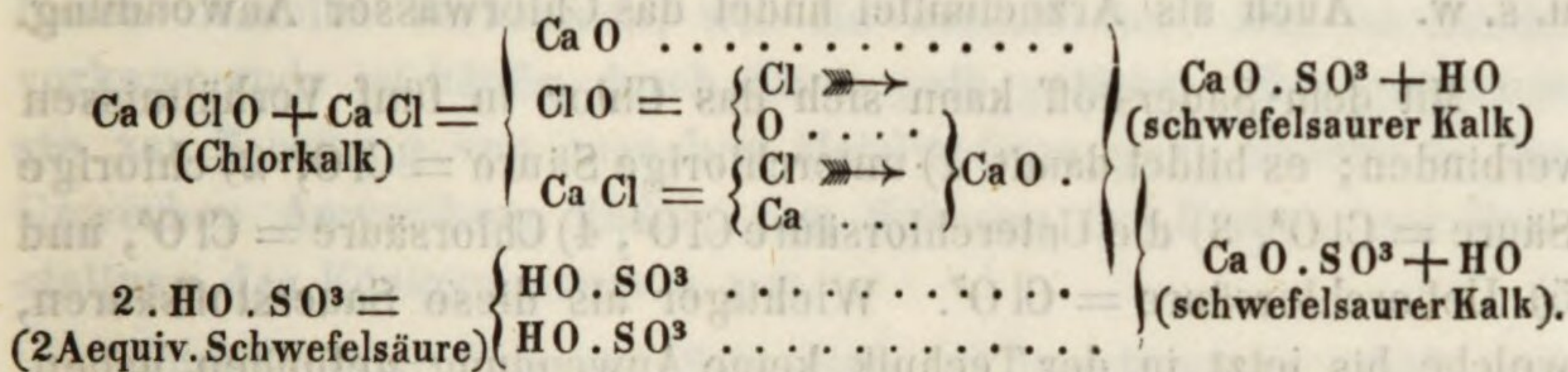
Das Chlor, früher oxydirte Salzsäure genannt, findet sich in der Natur nie frei, sondern am häufigsten an Natrium gebunden im Chlornatrium oder im Kochsalz; man gewinnt es aus letzterem entweder durch Erhitzen mittelst Salzsäure, oder indem man dasselbe mit Braunstein, d. i. Manganhyperoxyd, verengt, beide mit Schwefelsäure übergiesst und der Hitze aussetzt; im ersten Falle bildet sich neben 2 Aequivalenten Wasser eine dem Hyperoxyd entsprechende Chlorverbindung, in welcher also der Sauerstoff durch Chlor vertreten ist, nämlich das Manganhyperchlorid, welches aber bei der vorhandenen Temperatur nicht bestehen kann und in Manganchlorür, das zurück bleibt, und in Sauerstoff, der entweicht, zersetzt wird; — im zweiten Falle dagegen erhält man als Rückstand schwefelsaures Natron in Begleitung von schwefelsaurem Manganoxydul, während das Chlor vom Chlornatrium entweicht.

Formeln:



Endlich drittens kann das Chlor durch Uebergiessen von Chlorkalk (d. i. die Vereinigung von Chlorcalcium mit unterchlorigsau-rem Kalk, also = $\text{Ca O Cl O} + \text{Ca Cl}$) mit verdünnter Schwefelsäure dargestellt werden.

*) $\chi\lambda\omicron\rho\acute{o}s$ gelb-grün, wegen der gelb-grünen Farbe der Dämpfe des Chlors.

Formel:

Das Chlor ist ein coërcibles Gas von blassgrünlich-gelber Farbe, einem eigenthümlichen, erstickenden Geruche, und schwerer als die atmosphärische Luft, spec. Gew. = 2,44. Kaltes Wasser kann davon über 2 Raumtheile aufnehmen, und nimmt dadurch die Farbe, den Geruch und die übrigen Eigenschaften des Gases an; dieses Chlorwasser wird jedoch im Lichte unter Entbindung von Sauerstoff in Chlorwasserstoff umgewandelt. Es zerstört organische Farbstoffe, Geruchs- und Ansteckungsstoffe, bewirkt schon, in geringer Menge eingeathmet, heftigen Husten und Schnupfen, in grösserer den Tod; ist nicht brennbar, unterhält auch das Verbrennen kohlenstoffhaltiger Körper nicht, während dagegen manche Körper z. B. feingepulvertes Spiessglanz, sich darin mit lebhafter Flamme entzünden und damit vereinigen.

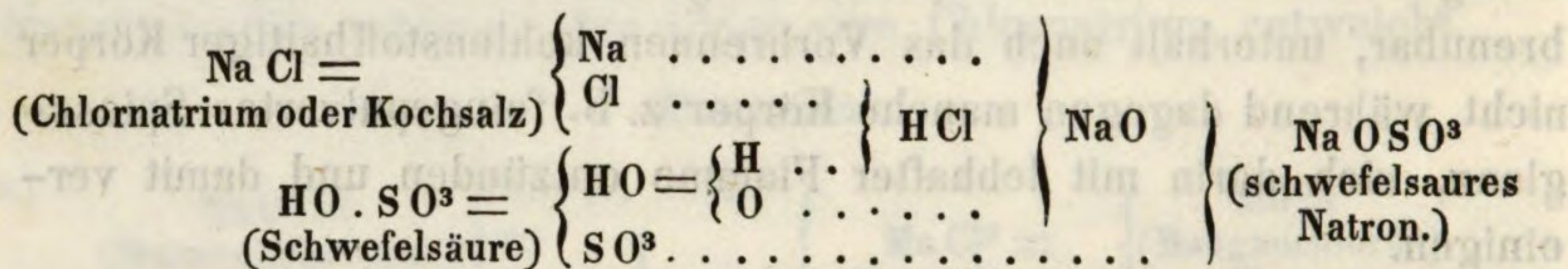
Die Eigenschaft des Chlors, organische Farbstoffe zu zerstören, wenn diese in befeuchtetem Zustande mit ihm in Berührung kommen, beruht auf der im Vorhergehenden schon erwähnten Zersetzung des Wassers, welches seinen Wasserstoff an das Chlor abtritt, während der Sauerstoff sich mit dem Farbstoff zu einer farblosen Verbindung vereinigt.

Man benützt daher sowohl das Chlor als das Chlorwasser zum Bleichen der baumwollenen und leinen Zeuge, der Lumpen für die Papierfabrikation, des Talges und Wachses zu Lichtern u. s. w. Ebenso gebraucht man es zu Räucherungen in Krankenzimmern, um die üblen Ausdünstungen und Ansteckungsstoffe zu zerstören, zur Reinigung der Wäsche von Kranken, die an ansteckenden Krankheiten litten, überhaupt in allen Fällen, wo durch Zersetzung organischer Körper übelriechende Gase oder Flüssigkeiten sich erzeugen und die Luft verpesten, wie z. B. in Kloaken und Abtritten,

in Weissgerbereien, Leimsiedereien, Stärkefabriken, Fleischhäusern u. s. w. Auch als Arzneimittel findet das Chlorwasser Anwendung.

Mit dem Sauerstoff kann sich das Chlor in fünf Verhältnissen verbinden; es bildet damit 1) unterchlorige Säure = ClO , 2) chlorige Säure = ClO^2 , 3) die Unterchlorsäure ClO^3 , 4) Chlorsäure = ClO^4 , und 5) Ueberchlorsäure = ClO^7 . Wichtiger als diese Sauerstoffsäuren, welche bis jetzt in der Technik keine Anwendung gefunden haben, ist die Verbindung des Chlors mit dem Wasserstoff, d. i. die Chlorwasserstoffsäure oder Salzsäure = HCl . Diese kommt frei in vulkanischen Ausdünstungen und Gewässern, auch im Magensaft vieler Thiere vor, bildet sich unter Feuererscheinung und Explosion, wenn ein Gemenge von gleichen Raumtheilen Chlor- und Wasserstoffgas der Einwirkung des Lichtes ausgesetzt wird, wird aber gewöhnlich durch Erwärmen von Kochsalz mit Schwefelsäure dargestellt.

Formel:



Die wasserfreie Salzsäure ist ein coërcibles farbloses Gas, schwerer als die atmosphärische Luft, von stechend saurem Geruche und saurem Geschmacke, welches in Berührung mit der Luft weisse Nebel bildet, indem es daraus Wasserdunst anzieht und verdichtet. Es taugt weder zum Brennen noch zum Athmen, ist selbst nicht brennbar, röthet Lackmus und wird sehr begierig vom Wasser verschluckt, welches bei 0° 464 Raumtheile aufzunehmen vermag. Mit Basen in Berührung gebracht, bildet es Haloïdsalze, welche Chloride, oder bei einem geringen Chlorgehalt Chlorüre genannt werden. Alle diese Verbindungen werden aus ihren Lösungen, gleich der Salzsäure selbst, durch Silber und Bleisalze weiss gefällt. Der von ersteren herrührende Niederschlag wird am Lichte schwarz, und ist in Ammoniak leicht löslich.

Die wässerige Salzsäure ist eine farblose, stechend sauer riechende Flüssigkeit, welche an der Luft weisse Dämpfe ausstösst.

Spec. Gew. = 1,21. Sie lässt sich in jedem Verhältniss mit Wasser mischen, raucht dann nicht mehr und zeigt gegen Lackmus und Basen dasselbe Verhältniss, wie die wasserfreie. Die im Handel vorkommende ist häufig durch Eisen gelb gefärbt. Man gebraucht sie zur Bereitung von manchen Metallaufösungen, welche in den Gewerben Anwendung finden, zum Schönen der Farben, zur Darstellung des Königswassers u. s. w.

Durch Vermischen von Salzsäure mit Salpetersäure erhält man das Königswasser, so genannt von seiner Eigenschaft, das Gold, den König der Metalle, aufzulösen. Diese Flüssigkeit wird durch Erwärmen gelb und zersetzt sich zu Chlor, salpeteriger Säure und Wasser, wodurch sie die Eigenschaft erhält, viele Metalle aufzulösen oder zu oxydiren. Dieses ist z. B. der Fall bei dem Gold, Platin und Zinn, welche sich mit dem freigewordenen Chlor verbinden und in dem entstandenen Wasser lösen, sowie bei dem weissen Arsenik oder der arsenigen Säure, welche durch die salpeterige Säure zu Arseniksäure oxydirt wird u. s. w.

Das Chlor verbindet sich ferner mit den Metallen, und zwar meistens nicht nur in einem, sondern in mehrfachen Verhältnissen mit einem und demselbem Metalle. Chlormetalle erhält man:

- 1) durch unmittelbares Behandeln von Chlorgas mit einem Metalle auf trockenem Wege;
- 2) durch Behandeln von Chlor mit Metalloxyden, wobei also das Metall eine grössere Verwandtschaft zum Cl als zum O besitzt,
- 3) von Salzsäure mit Metallen, und
- 4) durch Behandlung von Salzsäure mit Metalloxyden.

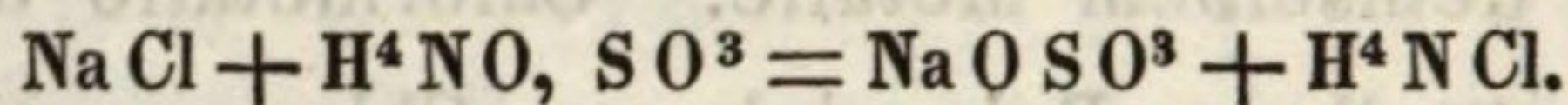
Die Chlormetalle sind theils bei gewöhnlicher Temperatur flüssig — Metallöle — theils fest, aber leicht schmelzbar und grösstentheils flüchtig; davon nennt man die weicheren Metallbutter, die festeren dagegen Hornmetalle.

Das Chlor verbindet sich mit den Metallen genau in denselben Verhältnissen, wie die entsprechenden Metalle mit dem O; diejenigen Verbindungen des Chlors mit den Metallen, welche in ihren Verhältnissen den Oxydulen entsprechen, nennt man Chlorüre; die den

Oxyden und Hyperoxyden entsprechenden heissen Chloride und Hyperchloride. — Die Chlormetalle sind jedoch von den Metalloxyden wesentlich verschieden, denn während von den letzteren bei weitem die meisten in HO unlöslich und basischer Natur sind, sind dagegen die ersteren grösstentheils in HO löslich und salzartige Verbindungen, welche man Haloidsalze nennt. Von diesen Chlormetallen sind nur folgende in HO unlöslich, nämlich das Quecksilber- und Platin-Chlorür, sowie das Silber- und Blei-Chlorid.

(Hg^2Cl , Pt^2Cl , AgCl und PbCl).

Die Verbindung des Chlors mit dem Ammonium = H^4NCl ist im gewöhnlichen Leben unter dem Namen Salmiak bekannt. Dieser findet sich in den Kratern der Vulkane, wird in Aegypten durch Sublimation des Russes von verbranntem Kameelmist, bei uns aber meist durch die trockene Destillation stickstoffhaltiger Substanzen (Steinkohlen, Knochen und Abfälle von getödteten Thieren) bereitet. Das nebst dem Theer übergehende Wasser enthält kohlensaures Ammoniak. Man sättigt mit Salzsäure, krystallisirt und reinigt durch Sublimation. Oder man sättigt mit Schwefelsäure, zersetzt das schwefelsaure Ammoniak mit Kochsalz:



Der Salmiak ist faserig, meist krystallinisch, von stechendem Geschmack, leicht löslich im Wasser und lässt sich beim Erhitzen, ohne zersetzt zu werden, verflüchtigen. Man gebraucht ihn beim Löthen und Verzinnen, zur Bereitung des Salmiakgeistes und verschiedener Farben, als Arzneimittel u. s. w.

VI. Jod. Jodum^{*)}. J.

Das Jod kommt in der Natur nicht frei, sondern besonders an Natrium gebunden und nur in geringer Menge im Meerwasser, in mehreren Seegewächsen, im Badeschwamme und Leberthran, auch im Steinsalze und in einigen Salzsoolen vor.

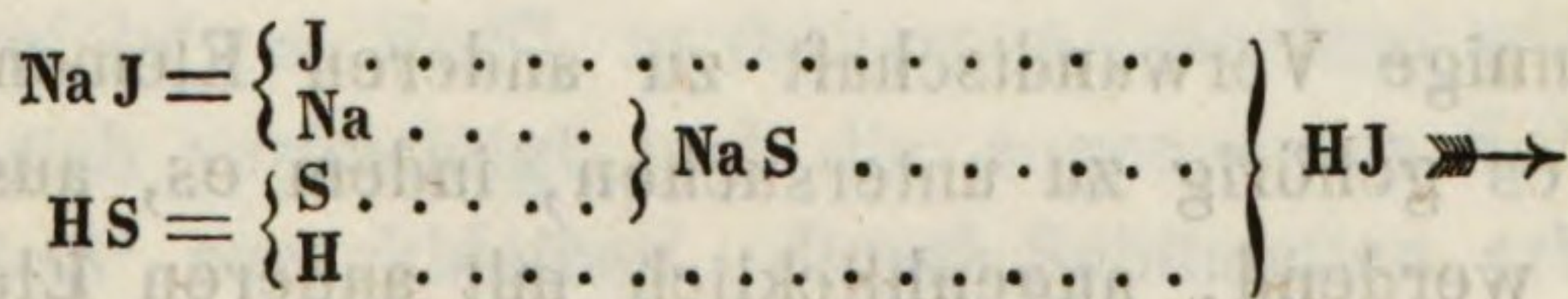
^{*)} Von ἰώδης veilchenfarbig, und dieses von ἰών Veilchen, und εἰδω ähnlich sein.

Das Jod ist fest, stets krystallinisch, schwarz und metallglänzend, verdunstet schon bei gewöhnlicher Temperatur (stärker erhitzt, bildet es violette Dämpfe) und riecht schwach nach Chlor; sein Dampf wirkt beim Einathmen schädlich (wie Br und Cl). Es färbt die meisten organischen Körper, z. B. Haut, Papier u. dergl. vorübergehend braun, mit Stärkmehl geht es eine blaue Verbindung ein und kann daher zur Ausmittlung desselben gebraucht werden. Im Wasser ist es nur in sehr geringer Menge, im Weingeist aber leicht löslich (Jodtinctur). Spec. Gew. = 4,95. Mit Metallen bildet es Haloïdsalze, welche Jodüre und Jodide genannt werden und von welchen das Bleijodid (PbJ) als gelbe, das Quecksilberjodid (HgJ) als rothe Malerfarbe benützt werden. Für sich findet das Jod in der Arzneikunde, sowie zur Darstellung der Lichtbilder Anwendung.

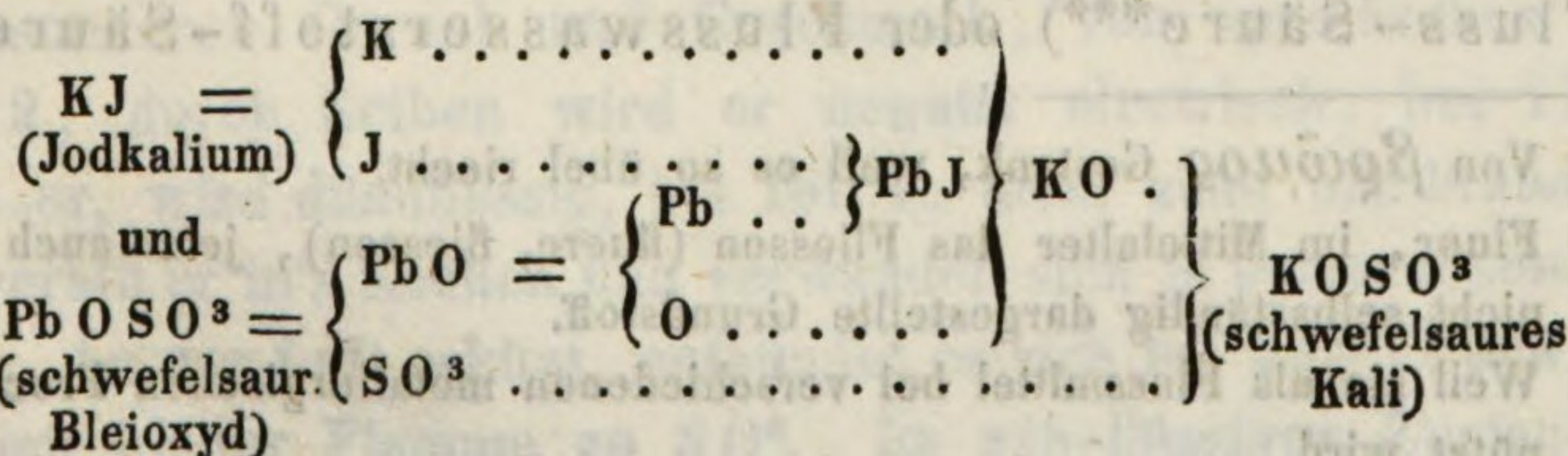
Das Jod, sowie das nachfolgende Brom, sind in vielen Eigenschaften dem Chlor sehr ähnlich. Sie haben wenig Verwandtschaft zum Sauerstoff, doch bilden sie wie jenes auf indirectem Wege Säuren (BrO^5 , JO^5). Mehr Verwandtschaft haben sie zum Wasserstoff und bilden Wasserstoffsäuren (HBr , HJ).

Jodwasserstoffgas, HJ , kann nicht wie Chlorwasserstoff oder Schwefelwasserstoff unmittelbar aus einer Säure und einem Jodmetall dargestellt werden; indem nämlich das Jod nur eine geringe Verwandtschaft zum H besitzt, so wird dieser durch einen Theil O der Säure oxydirt und J scheidet sich ab.

Man bereitet HJ aus Jod oder einer Jodverbindung mit HS , z. B.:



jedoch erhält man es nicht ganz rein, es ist gut, wenn man das Jod mit etwas Blei abreibt oder man nimmt Jodblei erhalten aus:



oder endlich man bereitet HJ auch aus Jod, Phosphor und etwas HO, wobei man dann HJ in Gasform erhält.

Auf dieselbe Weise wird der HBr bereitet.

VII. Brom^{*)}. Br.

Das Brom kommt nur in Verbindungen in der Natur vor und zwar in äusserst geringer Menge im Meerwasser und einigen Salinen, deren Mutterlauge nach Auskrystallisation des Kochsalzes die leichter löslichen Verbindungen dieser beiden Haloïde (Br und J) enthalten. Durch Einleitung von Chlorgas werden dann die Haloïde frei gemacht, anfangs das Jod, später das Brom.

Das Brom ist eine braunrothe, sehr bewegliche Flüssigkeit, welche man unter einer Wasserschichte aufbewahrt, um das Verdunsten bei gewöhnlicher Temperatur zu verhindern; riecht unangenehm, verwandelt sich in der Hitze in gelbrothe Dämpfe; wirkt bleichend auf Pflanzenfarben, färbt die Haut gelb, Stärke orange-gelb; ist nur wenig löslich in Wasser, leicht löslich in Aether und in Alkohol. Specifisches Gewicht = 2,97.

VIII. Fluor^{**)}. F.

Das Fluor findet sich in der Natur nur gebunden, vorzüglich an Calcium im Flusspath, an Aluminium im Topas, in kleineren Mengen verbreitet auch in Pflanzen und Thieren (Knochen und Schmelz der Zähne).

Seine innige Verwandtschaft zu anderen Elementen erlaubte noch nicht, es gehörig zu untersuchen, indem es, aus einer Verbindung frei werdend, augenblicklich mit anderen Elementen zusammentritt und neue Verbindungen bildet.

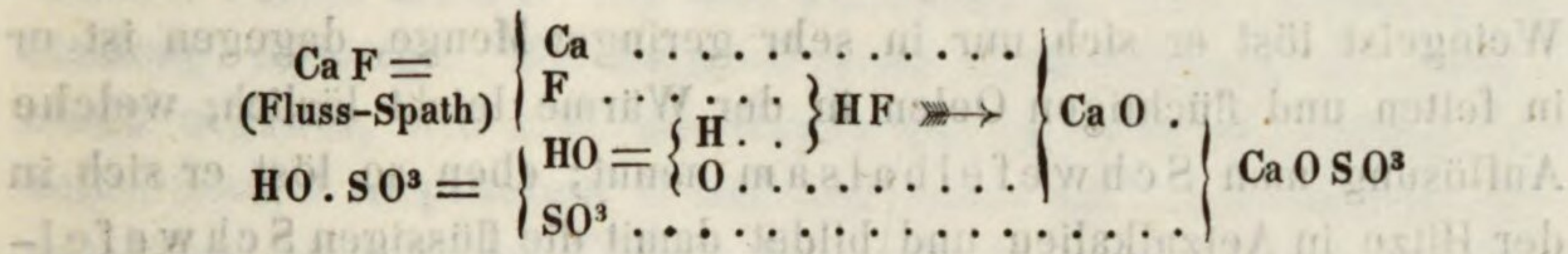
Verbindet sich nicht mit Sauerstoff. Mit Wasserstoff bildet es die Fluss-Säure^{***)} oder Flusswasserstoff-Säure = HF,

^{*)} Von βρωμος Gestank, weil es so übel riecht.

^{**)} Fluor, im Mittelalter das Fliessen (fluere, fliessen), jetzt auch der noch nicht selbstständig dargestellte Grundstoff.

^{***)} Weil sie als Flussmittel bei verschiedenen metallurgischen Processen benutzt wird.

ein farbloses Gas, bei Abkühlung flüssig. Wird erhalten durch Erhitzen von Fluss-Spath (CaF) mit Schwefelsäure in Blei- oder Platin-Gefässen.

Formel:

Muss auch in Gefässen von Blei, Platin oder in Flaschen von Guttapercha aufbewahrt werden, da Glas und Porzellan durch die Säure gelöst werden (Aetzen in Glas), indem sie nämlich diesen Substanzen das Silicium der Kieselerde entzieht, um damit eine Gasart, den Fluorkiesel = SiF^3 , zu bilden, während der Sauerstoff der Kieselsäure mit dem Wasserstoff der Flusssäure zu Wasser sich vereinigt.

IX. Schwefel. Sulphur. S.

Der Schwefel kommt in der Natur frei, besonders in der Gegend von Vulkanen, so wie in verschiedenen Gesteinen, z. B. im Gypse, Schwerspath u. s. w. eingesprengt vor; ferner an O, H und Metalle gebunden, so wie auch frei in einigen organischen Körpern, z. B. dem Hühnerei, findet sich Schwefel. Der rohe S wird durch Ausschmelzen und Destilliren von den beigemengten erdigen Theilen getrennt; sehr viel S wird auch dadurch gewonnen, dass man doppelt Schwefeleisen, Fe S^2 , in thönernen Cylindern glüht, wodurch ein Theil S sich verflüchtigt und die sogenannten Schwefelbrände = $6 \text{ Fe S} + \text{Fe S}^2$ zurückbleiben. Durch Sublimation erhält man die Schwefelblumen.

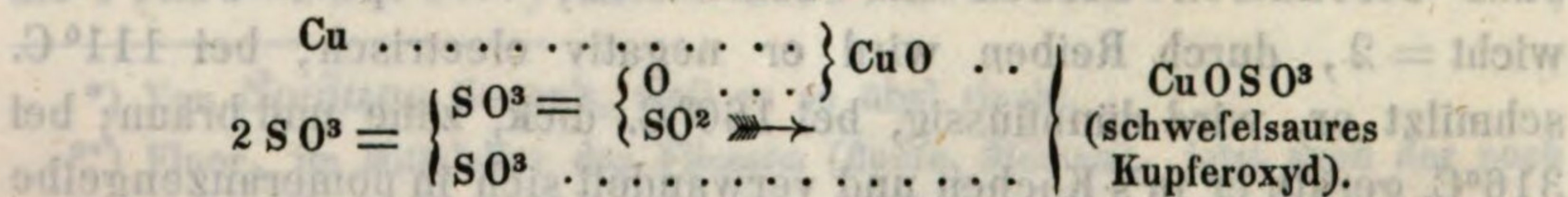
Der Schwefel krystallisirt in rhombischen Octaëdern, ist gelb, ohne besonderen Geruch und Geschmack, von specifischem Gewicht = 2, durch Reiben wird er negativ electrisch, bei 111°C . schmilzt er, wird dünnflüssig, bei 160°C . dick, zähe und braun; bei 316°C . geräth er in's Kochen und verwandelt sich in pomeranzengelbe Dämpfe. An der Luft erhitzt, entzündet er sich bei 293°C . und verbrennt mit blauer Flamme zu SO^2 . Im zäh-flüssigen Zustande in

kaltes Wasser gegossen, behält er diese seine Consistenz noch längere Zeit bei, welche Eigenschaft zu Abgüssen von Münzen etc. verwendet wird. — In HO ist der S unlöslich, daher er z. B. als Kittmittel bei Wasserleitungsröhren benützt wird; in Aether und Weingeist löst er sich nur in sehr geringer Menge, dagegen ist er in fetten und flüchtigen Oelen in der Wärme leicht löslich, welche Auflösung man Schwefelbalsam nennt; eben so löst er sich in der Hitze in Aetzalkalien und bildet damit die flüssigen Schwefellebern; ferner löst er sich in Schwefelalkohol d. i. Schwefelkohlenstoff = CS^2 in grosser Menge, so wie endlich, wenn man Chlordämpfe über geschmolzenen S streichen lässt, so bildet sich eine flüchtige, auf die Augen schädlich wirkende Verbindung von Chlor-Schwefel. Der Schwefel dient zur Fabrikation der Schwefelhölzchen, zu Schwefelfäden, als Kittmittel, zur Schiesspulverbereitung, in der Feuerwerkerei, zur Fabrikation der englischen Schwefelsäure, des Ultramarins, zum Vulkanisiren von Kautschuck und Guttapercha, in der Medicin u. s. w.

Mit dem Sauerstoff verbindet sich der Schwefel in vier Verhältnissen, und bildet damit vier Säuren, nämlich 1) die unterschwefelige Säure = SO , 2) die schwefelige Säure = SO^2 , 3) die Unterschweifelsäure = S^2O^5 , und 4) die Schwefelsäure = SO^3 . Von diesen finden jedoch nur die schwefelige Säure und Schwefelsäure technische Anwendung.

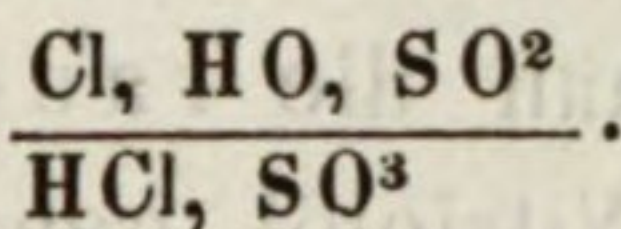
Die schwefelige Säure, SO^2 , kommt theils gasförmig, theils in HO gelöst in vulkanischen Gegenden vor; sie bildet sich beim Verbrennen des S, sowie beim Kochen concentrirter SO^3 mit einem Wasser nicht zersetzenden Metalle, z. B. Cu, Hg etc., an deren Stelle man auch z. B. Hobelspähne oder andere organische Substanzen anwenden kann.

Formel:



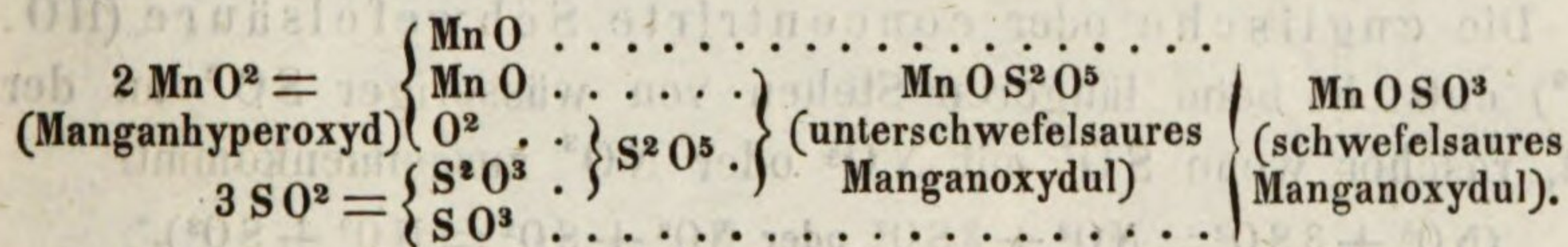
Die SO^2 ist ein farbloses, erstickend riechendes Gas, coërcibler Natur, nicht brennbar, von Wasser oder Weingeist wird dieselbe

in grosser Menge absorbiert, die Lösung zieht nach und nach O aus der Luft an sich und bildet Schwefelsäure. — Viele Pflanzen- und Thierfarben werden von der SO^2 gebleicht; indem sich in den meisten Fällen die SO^2 mit dem Farbstoffe zu einer farblosen Verbindung vereinigt. Mit Metall-Oxyden in Berührung, die ihren O leicht abgeben, wie z. B. die Oxyde der edlen Metalle, nimmt dieselbe noch 1 Aequivalent O auf und bildet SO^3 ; schwefelige Säure mit einer Lösung von Chlor, Jod oder Brom in Berührung, wird das HO zersetzt, es bildet sich Schwefelsäure und eine Wasserstoffverbindung, z. B.:

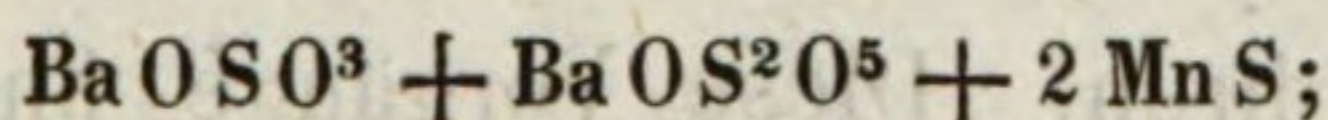


SO^2 mit salpeteriger Säure in Berührung, bildet sich SO^3 und NO_2 , d. i. Stickstoffoxyd.

SO^2 mit Hyperoxyden einer erhöhten Temperatur ausgesetzt, erhält man ein schwefelsaures und ein unterschwefelsaures Salz, z. B.:



Zu diesen entstandenen Verbindungen Schwefelbarium (BaS) im Ueberschuss zugesetzt, ergibt sich



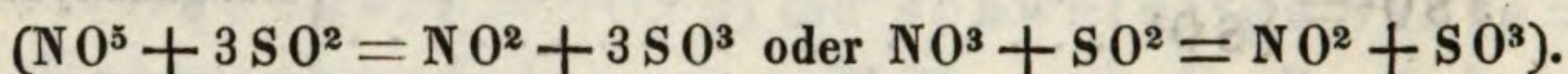
auf Zusatz von Schwefelsäure scheiden sich dann 2 Aequivalente BaOS^3 als unlöslich ab, und die Unterschwefelsäure wird frei. — SO^2 in Berührung mit Schwefelwasserstoff bildet Wasser, und S wird im feinsten Zustande präcipitirt.

Die SO^2 verbindet sich auch mit organischen Körpern, wie erwähnt, besonders mit organischen Farbstoffen, wodurch die Farbe jedoch nicht zerstört, sondern blos farblose Verbindungen gebildet werden. Die organischen Körper, welche sich mit der SO^2 verbunden, verlieren hiebei die Eigenschaft, HO anzuziehen, sowie das ursprünglich gebundene festzuhalten; sie geben dasselbe ab, erlangen dabei jedoch in hohem Grade die Eigenschaft, antiseptisch zu werden. Mit Salzbasen bildet die SO^2 Salze, aus welchen alle anderen

Säuren, ausser CO^2 , die SO^2 austreiben. — Man benützt die SO^2 zum Bleichen von Wolle, Seide, Stroh u. s. w., zum Schwefeln der Weinfässer, zu Bädern bei Hautkrankheiten, zum Löschen des Brandes in Kaminen u. s. w.

Die Schwefelsäure kommt in der Natur frei in einigen vulkanischen Gewässern, an Basen gebunden aber in sehr vielen Mineralien, z. B. dem Gyps, Schwerspath u. s. w. vor. Wasserfreie Schwefelsäure erhält man dadurch, dass man SO^2 und O oder anstatt dessen atmosphärische Luft über erhitzten Platinschwamm leitet; gewöhnlich erscheint sie jedoch in Verbindung mit HO als Hydrat. Im Handel untercheidet man die rauchende oder sächsische Schwefelsäure, auch Vitriolöl genannt, welche durch Rösten und nachmaliges starkes und anhaltendes Erhitzen des Eisenvitriols gewonnen wird. Die so erhaltene Säure ($\text{HO} \cdot 2 \text{SO}^3$) ist mehr oder weniger braun, öllartig-dickflüssig, stösst an der Luft weisse Dämpfe aus und hat ein specifisches Gewicht = 1,9.

Die englische oder concentrirte Schwefelsäure ($\text{HO} \cdot \text{SO}^3$) entsteht beim längeren Stehen von wässriger SO^2 an der Luft, rascher wenn SO^2 mit NO^5 oder NO^3 zusammenkommt.



Ist Luft zugegen, so wird das entstehende NO^2 sogleich wieder zu NO^3 oder NO^4 oxydirt, und diese Gase können eine neue Menge von SO^2 höher oxydiren. Diese Vorgänge finden nur bei Gegenwart von Wasserdampf statt. Man nimmt sie in grossen Bleikammern vor, in welche man die Gase leitet. Die entstehende Schwefelsäure ist noch verdünnt, sie wird in Bleipfannen, später in Platin-kesseln durch Verdampfen des überschüssigen HO concentrirt. Völlige Reinigung durch Destillation.

Die englische Schwefelsäure ist eine farblose, gewöhnlich durch organischen Staub etwas bräunlich gefärbte Flüssigkeit von 1,84 specifischem Gewichte und raucht nicht an der Luft.

Beide Arten von Schwefelsäure schmecken selbst im verdünnten Zustande sehr stark sauer, verkohlen die meisten organischen Körper, indem sie denselben O und H in dem Verhältniss der Wasserbildung entziehen, und dadurch den C vorwaltend machen, wirken daher

auch auf den thierischen Organismus als ätzende Gifte, ziehen aus der Luft sehr viel HO an und erregen, wenn sie in HO gegossen werden, eine sehr starke Entwicklung von Wärme, indem sie dabei das HO verdichten. Man soll daher nie HO in die Säure schütten, weil durch zu rasches Verdampfen des ersteren letztere umhergeschleudert würde.

Unter allen Säuren findet keine so mannigfaltige und häufige Anwendung, wie die Schwefelsäure. Man gebraucht sie z. B., um viele andere Säuren, z. B. NO^5 , HCl , PO^5 u. s. w. aus ihren Verbindungen abzuscheiden; zur Darstellung vieler Salze, als des Alauns, des Glaubersalzes, der Vitriole; zur Bereitung des Chlors; zum Beizen und Reinigen der Metalle, die rauchende vorzüglich zur Auflösung des Indigo u. s. w.

Mit den Basen bildet die Schwefelsäure sehr innige Verbindungen, die schwefelsauren Salze oder Sulphate; diese lassen sich eintheilen in:

a) in HO leicht lösliche; dahin gehören: Schwefelsaures Kali, Natron-, Ammoniak-, Magnesia-, Thonerde-, Eisenoxydul- und Kupferoxyd;

b) in HO schwer lösliche; das sind: Schwefelsaurer Kalk, schwefelsaures Silberoxyd und Quecksilberoxyd,

c) in HO unlösliche; dahin gehören: Schwefelsaurer Baryt, schwefelsaure Strontianerde und schwefelsaures Bleioxyd.

Die im Wasser löslichen schwefelsauren Salze werden durch Weingeist präcipitirt, alle jedoch durch Kohle vor dem Löthrohre zu Schwefelverbindungen reducirt, welche beim Anhauchen HS entwickeln; die löslichen Sulphate werden durch Baryterde oder ihre löslichen Salze als vollkommen unlöslicher BaO SO^3 präcipitirt.

Die schwefelsauren Metallsalze heissen Vitriole*) und diese geben durch Glühen die SO^3 meist unverändert ab.

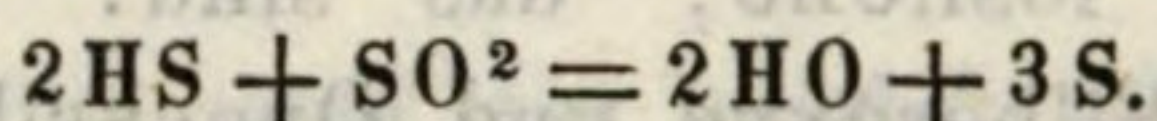
Der Schwefel vereinigt sich auch mit dem Wasserstoff und gibt damit den Schwefelwasserstoff oder die Hydrothionsäure $= \text{HS}$.

*) Vitriolum von vitrum Glas, wegen der Aehnlichkeit im Glanze, und weil man sie früher für eine Art Glas hielt.

Diese findet sich, in HO gelöst, in den sogenannten Schwefelquellen; sie erzeugt sich bei der Fäulniss schwefelhaltiger organischer Stoffe, künstlich erhält man sie durch Uebergiessen eines Schwefelmetalles mit einer verdünnten Mineralsäure, z. B. aus Schwefeleisen mit verdünnter SO^3 .

Formel:

Sie ist ein farbloses Gas, riecht nach faulen Eiern, wirkt eingeathmet tödtlich, röthet Lackmus, lässt sich in Berührung mit der Luft entzünden und verbrennt mit blauer Flamme zu schwefeliger Säure SO^2 und HO. Von Wasser und Weingeist wird sie in beträchtlicher Menge verschluckt, kann aber durch Kochen wieder ausgetrieben werden; aus der wässerigen Lösung setzt sich beim Zutritte der Luft pulveriger Schwefel ab. ($\text{HS} + \text{O} = \text{HO} + \text{S}$). Chlor entzieht derselben den H und bildet damit HCl, während S abgeschieden wird. Schneller geht dieser Zersetzungsprocess bei Gegenwart von SO^2 :



HS mit Metalloxyden in Berührung, erzeugen sich Schwefelmetalle und Wasser. Da die meisten Schwefelmetalle in HO unlöslich sind und sich durch eine bestimmte Farbe auszeichnen, so ist HS ein vorzügliches Reaktionsmittel für Metalle, wenn sie in Flüssigkeiten gelöst sind, z. B. auf As, Ag, Cu, Sb etc.

Die Verbindungen des S mit den Metallen der Alkalien und alkalischen Erden heissen Schwefellebern; sie unterscheiden sich von den in der Natur vorkommenden Verbindungen des S mit den Metallen (Kiese, Glanze oder Blenden genannt) durch ihre Löslichkeit in HO, sowie durch die Eigenschaft, Curcuma zu bräunen, und schon durch die CO^2 der Luft zersetzt zu werden, indem sie an derselben HS entwickeln und allmählig zu kohlensauren Salzen werden.

X. Phosphor^{*)}. Phosphorus. P.

Der Phosphor kommt, oxydirt und an Kalk gebunden, im Mineral-, Pflanzen- und Thierreiche vor und wird besonders aus Knochen, selten aus Harn dargestellt. Die Knochen enthalten nämlich neben thierischer Gallerte die sogenannte Knochenerde, d. i. basisch phosphorsauren Kalk, welcher als weisse Masse zurückbleibt, wenn durch anhaltendes Glühen die Gallerte der Knochen zerstört worden ist. Diese weissgebrannten Knochen übergiesst man mit verdünnter Schwefelsäure, die sich mit dem grössten Theile des Kalkes derselben verbindet und schwer löslichen schwefelsauren Kalk bildet, während die Phosphorsäure frei wird und, an wenig Kalk gebunden, als saurer phosphorsaurer Kalk in dem Wasser gelöst bleibt. Man raucht die Flüssigkeit zur Honigdicke ab, mengt sie mit Kohlenpulver zusammen, und setzt das trockene Gemenge in einer thönernen Retorte, von welcher aus ein gekrümmtes Rohr in ein Gefäss voll Wasser geht, einer anhaltenden Weissglühhitze aus. Die Kohle entzieht dann der Phosphorsäure Sauerstoff und gibt damit Kohlenoxyd, welches entweicht, der freigewordene Phosphor aber verwandelt sich durch die Hitze in leuchtende Dämpfe, welche durch das vorgeschlagene Wasser abgekühlt und verdichtet werden; der gesammelte Phosphor wird unter heissem Wasser geschmolzen, zur Reinigung durch Genssenleder gepresst, und in Glasröhren gebracht, worin er beim Erstarren die gewöhnliche Stangenform annimmt.

Der Phosphor besitzt bei gewöhnlicher Temperatur die Consistenz des Waxes, in der Kälte wird er spröde. Er lässt sich in Rhombendodekaëdern krystallisiren, ist durchscheinend und etwas schwerer als Wasser = 1,8. Seine Farbe ist verschieden, gewöhnlich erscheint er erbsengelb, im Sonnenlichte wird er roth und amorph, durch längeres Liegen unter Wasser weiss, ohne dabei eine chemische Veränderung zu erleiden. Er riecht schwach knoblauchartig und wirkt auf den thierischen Körper als ein heftiges

^{*)} Phosphor, Lichtträger, ($\varphi\omega\varsigma$ Licht, und $\varphi\acute{\epsilon}\rho\omega$ tragen.)

Gift. An der Luft stösst er weisse Dämpfe aus, die im Dunkeln leuchten und wandelt sich durch Aufnahme von Sauerstoff in phosphorige Säure um. Um diese freiwillige Oxydation und die dabei stattfindende Erwärmung des Phosphors, welche leicht zur Selbstentzündung führen kann, zu verhindern, muss er in mit Wasser gefüllten Gläsern aufbewahrt werden. Bei $+ 35^{\circ}\text{C}$. schmilzt er, bei $+ 40^{\circ}\text{C}$. fängt er an mit schwacher, bei $+ 75^{\circ}\text{C}$. mit hellleuchtender Flamme zu brennen, wobei sich dann sogleich eine höhere Oxydationsstufe, die Phosphorsäure, erzeugt. In Aether, Weingeist und fetten Oelen ist er etwas löslich, nicht aber in Wasser.

Wenn man P nahezu bis zu dem Punkte erhitzt, bei welchem er zu kochen anfängt und ihn in diesem Zustande längere Zeit erhält, so verliert er seine Farbe, leichte Brennbarkeit und phosphorescirende Eigenschaft, erscheint als ein rothbraunes Pulver, das auf einen viel höheren Temperaturgrad gebracht werden muss, um zu brennen, als der gewöhnliche Phosphor und heisst in diesem Zustande amorpher Phosphor. Man glaubte früher, dass diese Aenderung der Eigenschaften des P bloss auf einer verschiedenen Lagerung der einzelnen kleinsten Theile beruhe; jetzt dagegen betrachtet man diesen amorphen Phosphor als ein niederes Oxyd des P selbst; merkwürdig dabei ist, dass, wenn man die bei dem Vorgange angewandte Temperatur steigert, dieser amorphe Phosphor geradezu wieder übergeht in gewöhnlichen P mit allen seinen früheren Eigenschaften.

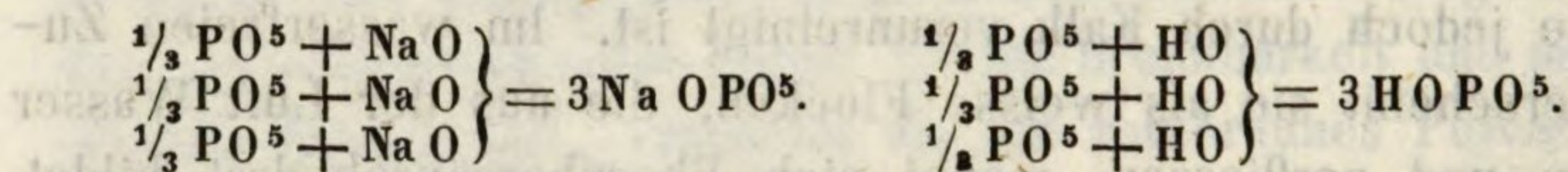
Der Phosphor dient zur Darstellung reiner Phosphorsäure und anderer chemischer Präparate und ist in der neueren Zeit als Vergiftungsmittel für Mäuse, zu welchem Behufe er mit Mehl und Wasser zu einem Brei (Phosphorpaste) oder zu Pillen angemacht wird, sowie zur Bereitung der sogenannten Streichzündhölzchen in allgemeinen Gebrauch gekommen.

Der Phosphor verbindet sich mit den meisten Stoffen direct, mit dem Sauerstoff bildet er 4 Verbindungen:

1) Phosphoroxyd = P^2O , rothes, brennbares Pulver; entsteht, wenn man P unter HO verbrennt. 2) Unterphosphorige Säure = PO . Nur in Verbindung mit Basen bekannt, entsteht

durch Kochen von P mit Kali oder Kalk. 3) Phosphorige Säure $= \text{PO}^3$ entsteht beim langsamen Verbrennen des Phosphors und oxydirt sich leicht höher. 4) Unter den Verbindungen des Phosphors mit Sauerstoff ist jedoch besonders die Phosphorsäure $= \text{PO}^5$ bemerkenswerth. Sie findet sich an verschiedene Basen gebunden im Mineralreiche, z. B. an Kalk, im Apatit und Phosphorit, an Bleioxyd im Grünbleierz u. s. w.; ferner ist sie an Kalk gebunden in den Knochen, an Magnesia in den Samen der Gräser u. s. w. enthalten. Man erhält sie wasserfrei durch Verbrennen von Phosphor im Sauerstoff, wasserhaltig entweder durch Behandlung des Phosphors mit kochender Salpetersäure, oder durch Zersetzung der weissgebrannten Knochen durch Schwefelsäure, in welcher letzterem Falle sie jedoch durch Kalk verunreinigt ist. Im wasserfreien Zustande erscheint sie als weisse Flocken, die aus der Luft Wasser anziehen und zerfliessen, wobei sich Phosphorsäurehydrat bildet, welches nach dem Abrauchen des überflüssigen Wassers und Schmelzen als eine farb- und geruchlose, sehr sauer schmeckende, durchsichtige, glasartige Masse zurückbleibt. Diese ist in Wasser, sowie auch in Weingeist löslich, verflüchtigt sich erst bei starker Rothglühhitze und treibt vermöge dieses hohen Grades von Feuerbeständigkeit auf trockenem Wege die stärksten Säuren, selbst Schwefelsäure und zum Theil auch Kieselsäure, aus ihren Verbindungen aus. Mit Basen bildet sie die Phosphate oder phosphorsauren Salze, die mit Ausnahme der Alkalisalze in Wasser unlöslich sind. Man benützt die Phosphorsäure vorzüglich in der Arzneikunde und zu chemischen Zersetzungen. Die Phosphorsäure verbindet sich in mehrfachen Verhältnissen mit dem HO und bildet damit Hydrate von wesentlich verschiedenen Eigenschaften. Wasserfreie Phosphorsäure mit einer hinreichenden Menge von HO in Berührung, verbindet sich mit 3 Aequivalenten HO und bildet damit die gewöhnliche oder dreibasische Phosphorsäure $= \text{PO}^5 + 3\text{HO}$; diese Säure einer bestimmten Temperatur ausgesetzt, verliert 1 Aequivalent HO und bildet die zweibasische oder Pyrophosphorsäure $= \text{PO}^5 + 2\text{HO}$; wird nun die Temperatur noch mehr gesteigert, so verliert sie endlich noch ein zweites Aequivalent HO und bildet die einbasische oder Metaphosphor-

Säure = $\text{PO}^5 + \text{HO}$. — Je nach der verschiedenen Menge an chemisch gebundenem HO zeigt die Phosphorsäure wesentlich verschiedene Eigenschaften; denn während das erste dieser Hydrate mit AgONO^5 ein gelbes Präcipitat von dreifach phosphorsaurem Silberoxyd = 3AgOPO^5 gibt, erzeugt das zweite und dritte Hydrat mit demselben Präcipitationsmittel weisse Niederschläge von 2AgOPO^5 und AgOPO^5 . Das Präcipitat des letzten Hydrats ist im Ueberschuss des Füllungsmittels löslich, das des ersten dagegen in H^3N und NO^5 . Die Metaphosphorsäure schlägt ferner Eiweiss nieder, wodurch sie sich wieder wesentlich unterscheidet von der Pyrophosphorsäure. Diese Verschiedenheiten der Eigenschaften beruhen auf einem relativ verschiedenen Gehalt an Phosphorsäure.



Denkt man sich z. B. 1 Aequivalent der gewöhnlichen oder dreibasischen Phosphorsäure auf angegebene Weise zusammengesetzt, und es wird dieselbe einer bestimmten Temperatur ausgesetzt, so verliert sie, wie erwähnt, 1 Aequivalent HO ; derjenige Antheil von Phosphorsäure, welcher jedoch an dieses Aequivalent HO bisher gebunden war, wird frei, wirft sich auf den übrigen Antheil von Phosphorsäure, vermehrt dadurch ihren relativen Gehalt an wasserfreier Säure, ertheilt derselben neue Eigenschaften und bildet die sogenannte Pyrophosphorsäure; auf ähnliche Weise erklärt sich dann die Bildung der Metaphosphorsäure.

Phosphorwasserstoff = PH^3 entsteht durch Kochen von P mit Kalilauge oder Kalkmilch, auch wenn man Phosphorcalcium in HO wirft. Ist ein übelriechendes, brennbares Gas und selbstentzündlich durch gleichzeitig entstehenden flüssigen Phosphorwasserstoff = PH^2 .

XI. Bor. Bor. B.

Das Bor ist das Radical der Borsäure oder Boraxsäure = BO^3 , welche letztere in der Natur sehr selten als Sassolin, im Krater von Vulkanen, in einigen Seen gelöst, sowie vorzüglich an Natron

gebunden im Tinkal vorkommt. Gewöhnlich stellt man sie aus dem Borax $= \text{NaO} \cdot 2\text{BO}^3 + 10\text{HO}$ dadurch dar, dass man denselben in vier Theilen kochenden Wassers löst und concentrirte Salzsäure hinzusetzt; es bildet sich alsdann Chlornatrium, das in Wasser gelöst bleibt, und die Borsäure scheidet sich beim Erkalten, indem sie zugleich 3HO aufnimmt und zu einem Hydrat wird, in weissen, perlmutterglänzenden Schuppen aus. Im wasserfreien Zustande erscheint sie als eine harte, farblose, glasartige Masse, die aus der Luft Wasser anzieht, trübe wird und zerfällt. Sie schmeckt schwach säuerlich, hintennach bitter, löst sich in Wasser und Weingeist, ertheilt der Flamme des letzteren eine grüne Farbe, färbt Lackmus weinroth, und, in Weingeist gelöst, Curcuma braun, schmilzt in der Glühhitze, und ist vollkommen feuerbeständig, wesswegen sie beim Glühen die stärksten flüchtigen Säuren aus ihren Verbindungen austreibt. Mit Basen bildet sie die Borate oder borsauen Salze, welche in der Hitze zu glasartigen Massen schmelzen, und besonders daran erkannt werden können, dass sie, mit Schwefelsäure und Weingeist übergossen, die Flamme des letzteren grün färben. Man gebraucht die Borsäure vorzüglich zu Löthrohrversuchen, sowie in der Arzneikunde, wo sie früher den Namen Sedativsalz führte.

XII. Kiesel. Silicium^{*)}. Si.

Der Kiesel ist das Radical der Kieselsäure oder Kiesel-erde $= \text{SiO}^3$, welche letztere im reinsten Zustand in den Quarzen^{**)}, besonders im Bergkrystall^{***)}, auch in einigen Mineralwässern vor-

^{*)} Von silex Kieselstein.

^{**)} Quarz, altd deutscher Bergmannsname, vielleicht soviel als Gewarz, wegen der warzenförmigen Krystallbildung.

^{***)} *κρύσταλλος* (*κρυσταίνω* gefrieren) bedeutet bei Homer Eis, später unsern Bergkrystall und überhaupt alle durchsichtigen, ungefärbten Steine, sowie endlich jeden regelmässig gestalteten, wenn auch nicht durchsichtigen Stein. Seneca, Plinius etc. glaubten, dass Krystalle aus Eis entstanden wären, indem das himmlische Wasser durch längeres Anhalten der Kälte (nach Seneca durch die Kraft eines göttlichen Feuers) in Stein verwandelt sei.

kommt, ausserdem an Basen gebunden einen Hauptbestandtheil unserer Erdrinde ausmacht und im Innern mancher Gewächse, z. B. der Schachtelhalme, der Gräser u. s. w. abgeschieden wird. Im natürlichen Zustande krystallisirt sie in sechsseitigen Säulen; künstlich aus ihren Verbindungen abgeschieden, erscheint sie als ein weisses, geruch- und geschmackloses, zwischen den Zähnen knirschendes Pulver, das weder in Wasser, noch in Säuren löslich ist, auf Pflanzenfarben keine Einwirkung äussert, nur von Flusssäure angegriffen wird, und unschmelzbar und feuerbeständig ist, durch Zusammenschmelzen mit vier Theilen Kali's oder Natrons, sowie durch Kochen mit einer concentrirten Lösung von Kali oder Natron bildet sich kieselsaures Kali oder Natron, das sich leicht in Wasser löst, und aus welcher Lösung die Kieselsäure durch eine stärkere Säure als eine amorphe, gallertartige, in vielem Wasser theilweise lösliche Masse = Kieselsäurehydrat gefällt wird. Mit Basen bildet sie die im neutralen Zustande unlöslichen Silicate oder kieselsauren Salze, von welchen die meisten der natürlichen vorkommenden auch von Säuren nicht angegriffen werden. Man braucht die Kieselsäure zur Bereitung des Glases, dann der Smalte und als Zuschlag beim Ausschmelzen vieler Erze.

XIII. Selen*) und XIV. Tellur.**)

Beide sind seltene Elemente, dem Schwefel ähnlich. Ersteres auch meist in kleinen Mengen dem Schwefel beigemengt. Das Tellur zeigt die physikalischen Eigenschaften eines Metalls, und gleicht im Aussehen dem Antimon; hinsichtlich der Eigenschaften seiner Verbindungen steht es dagegen dem Schwefel und Selen sehr nahe und mag desshalb gleich hier vorübergehende Erwähnung gefunden haben.

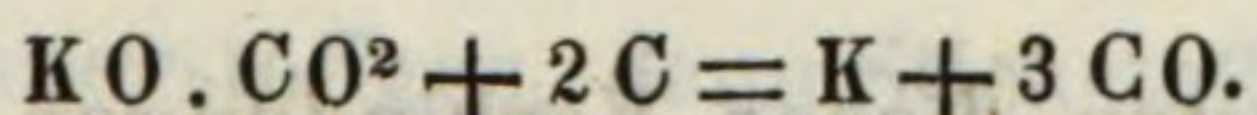
*) Von *σελήνη* Mond. Man wollte damit die Aehnlichkeit der Eigenschaften mit dem Tellur, von tellus Erde, für welches jenes zuerst gehalten wurde, anzeigen.

**) Das Tellur wurde in den Golderzen Siebenbürgens von Müller von Reichenstein 1782 entdeckt; die Kenntniss seiner hauptsächlichsten Eigenschaften verdankt man aber Klaproth.

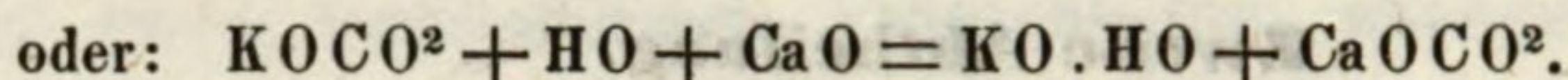
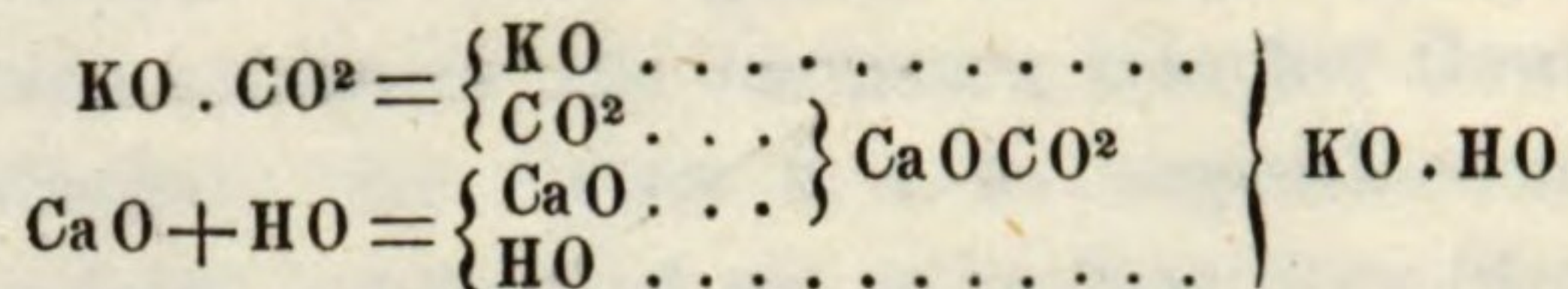
Zweite Abtheilung.**Leichte Metalle und ihre Verbindungen.****I. Kalium. K.**

Das Kalium erscheint als ein silberweisses Metall, lebhaft glänzend, bei gewöhnlicher Temperatur weich wie Wachs, verwandelt sich in der Rothglühhitze in grüne Dämpfe. Kommt in der Natur nicht für sich, sondern an O gebunden in verschiedenen Salzen vor. Oxydirt sich rasch an der Luft (Aufbewahren unter Steinöl); zersetzt das HO, fängt daher an der Luft mit violetter Flamme lebhaft zu brennen an. Entzieht den meisten Oxyden ihren O, daher es ein wichtiges Reductionsmittel ist.

Darstellung: Durch heftiges Glühen eines innigen Gemenges von kohlensaurem Kali mit Kohle in schmiedeisernen Retorten entweichen Kaliumdämpfe, welche man unter Steinöl auffängt, und Kohlenoxydgas.

Formel:

Das Kali = KO macht, wenn auch nur einen geringen, doch einen durchgängigen Bestandtheil aller Pflanzen aus, worin es an organische Säuren gebunden erscheint; seltener findet es sich im Thier- und Mineralreiche, wesswegen es früher vorzugsweise vegetabilisches Alkali genannt wurde. Aus seinen Verbindungen lässt es sich nur als ein Hydrat, das 16% Wasser enthält, abscheiden. — Dieses Kalihydrat oder das Aetzkali = KO . HO erhält man durch Erhitzen einer Auflösung von kohlensaurem Kali mit gebranntem Kalk und nachheriges Filtriren.

Formel:

Aus der Flüssigkeit, Aetzlauge genannt, wird dann durch Abrauchen bis zur Trockene, nachheriges Schmelzen und Ausgiessen das Kalihydrat in Stangenform erhalten. Dieses ist weiss, fest und spröde, zerfliesst an der Luft und zieht Kohlensäure an, löst sich unter bedeutender Wärmeentwicklung in Wasser, auch in Weingeist, macht die Finger schlüpferig, zerstört thierische Gebilde, wie Haare, Wolle, Seide etc., sowie auch die meisten vegetabilischen Stoffe, ist schmelzbar, verdampft bei der Rothglühhitze in weissen, scharfen Dämpfen. Man gebraucht es im festen Zustande als sogenannten Aetzstein in der Chirurgie; in Wasser gelöst als Aetzlange zur Bereitung der Seife, zum Bleichen der Leinwand, der Harze u. s. w.

Mit den Säuren bildet das Kali eigenthümliche Salze, welche grösstentheils in Wasser löslich sind und kein Krystallwasser enthalten, wesswegen sie an der Luft nicht verwittern. Ueberschüssige Weinsäure und schwefelsaure Thonerde füllen aus ihren concentrirten Lösungen einen weissen, Platinchlorid einen gelben, körnigen Niederschlag. Auf Platindraht vor dem Löthrohre behandelt, färben sie die Flamme violett.

Als die wichtigsten dieser Verbindungen gehören hieher:

Das kohlensaure Kali = KO CO^2 kommt in der Natur nicht vor, macht aber einen wesentlichen Bestandtheil der Asche der Landpflanzen, indem die organischen Säuren, an welche das Kali in der lebenden Pflanze gebunden ist, durch das Verbrennen zerstört und grösstentheils in Kohlensäure umgewandelt werden. — Man erhält es rein durch Glühen von gereinigtem Weinstein, Auslaugen der zurückbleibenden Kohle mit Wasser und Abdampfen, — weniger rein durch Auslaugen der gewöhnlichen Holzasche und Abrauchen. Auf erstere Art dargestelltes kohlensaures Kali wurde

früher Weinstein Salz (*Sal tartari*) genannt; das auf die zweite Art erhaltene führt im Handel den Namen Pottasche. *)

Das reine kohlen saure Kali ist eine feste, weisse Salzmasse von laugenartigem Geschmacke, zerfliesst an der Luft, fühlt sich in Wasser gelöst, zwischen den Fingern schlüpfrig an, bläut rothes Lackmuspapier, bräunt Curcumapapier und schmilzt in starker Glühhitze, ohne Kohlensäure zu verlieren. Man gebraucht es als Arzneimittel; im unreinen Zustande als Pottasche in der Seifensiederei, bei der Fabrikation des Glases, in der Färberei u. s. w.; in Wasser gelöst, als Lauge, dient es zum Reinigen der Wäsche etc.

Das salpetersaure Kali oder der Salpeter **) = KONO^5 wittert vorzüglich auf Ceylon aus den Wänden mancher Kalkhöhlen; auch, wie in Ungarn, an manchen Stellen aus dem Boden; er erzeugt sich unter Abtritten, Viehställen u. dergl., wo thierische, stickstoffhaltige Körper in Berührung mit Basen verwesen und findet sich auch in manchen Pflanzen, z. B. dem Boretsch, in den Tabakstengeln, Runkelrüben etc. Im Grossen gewinnt man ihn in den Salpeterplantagen, worin Gemenge von Dammerde, Stroh, Mist, Gassenkoth, Kalkschutt und ausgelaugter Asche zu pyramidalen Haufen aufgeworfen und mit einem Dache gegen Regen geschützt werden.

Der Salpeter krystallisirt in rhombischen Säulen, ist farblos, luftbeständig, von kühlend salzigem Geschmacke, löst sich unter Entwicklung vieler Kälte in 3 Theilen kalten und weniger als $\frac{1}{2}$ Theil kochenden Wassers, schmilzt beim Erhitzen und erstarrt beim Erkalten zu einer grobstrahligen Masse. Stärker erhitzt, wird er zersetzt, indem zuerst Sauerstoffgas, dann Stickstoffoxyd entweicht, und zuletzt nur Kali zurückbleibt. Auf glühenden Kohlen, oder mit anderen brennbaren Körpern gemengt und entzündet, verpufft er mit lebhaftem Geräusche, indem er durch Abgabe von Sauerstoff das Verbrennen derselben befördert. — Man gebraucht ihn vorzüg-

*) Vom niedersächsischen Pot, Topf, abgeleitet; von der früheren Behandlungsweise der Aschenlauge, welche man in besonderen Töpfen abdampfte und glühte.

**) Salpeter von sal Salz, und petra Fels, also Felsensalz, weil es häufig an Felsen vorkommt (jetzt nitrum, worunter die Alten unser Natron verstanden.)

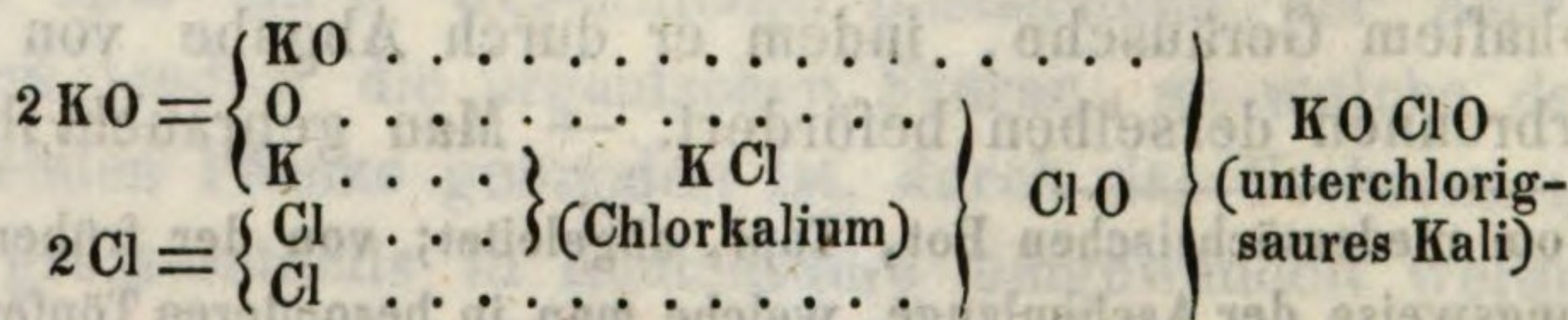
lich zur Bereitung des Schiesspulvers, in der Feuerwerkerei, zur Darstellung der Salpetersäure und englischen Schwefelsäure, in der Glasfabrikation, zum Einpöckeln des Fleisches, als Arzneimittel etc.; — ob er frei von salzsauren Salzen ist, wird am sichersten mittelst einer Auflösung von salpetersaurem Silberoxyd erkannt. Je reiner der Salpeter ist, ein desto faserigeres Gefüge besitzt er, im entgegengesetzten Falle ist er körnig; ferner steigert sich auch mit dem Grade seiner Reinheit seine leichte Krystallisationsfähigkeit; diese beiden Eigenschaften wurden lange Zeit als Prüfungsmittel für den Salpeter benützt.

Wenn fein geriebener Salpeter mittelst einer gesättigten chemisch-reinen Salpeterlösung übergossen wird, so nimmt diese keinen Salpeter mehr auf, wohl aber alle allenfalls vorhandenen Chloride und macht ersteren dadurch rein, welche Eigenschaft ebenfalls als Salpeterprobe angewendet und das Schwarzmanssche Verfahren genannt wird.

Da die Krystalle des Salpeters im Innern Höhlungen besitzen, worin sie Mutterlauge einschliessen, somit gewöhnlich auch salzsaure Salze enthalten, so wendet man bei der Schiesspulverfabrikation granulirten Salpeter an, um das Schiesspulver nicht hygroskopisch zu erhalten. Gut bereitetes Schiesspulver erzeugt beim Entzünden Schwefelkalium, Stickstoff und Kohlensäure, niemals aber schwefelsaures Kali.

Unterchlorigsaures Kali = KOClO bereitet man durch Einleiten von Chlorgas in concentrirte Aetzkalilauge, und zwar so lange, bis Lackmus von der Flüssigkeit gebleicht wird.

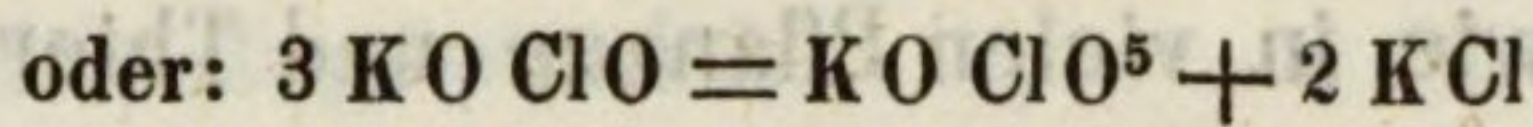
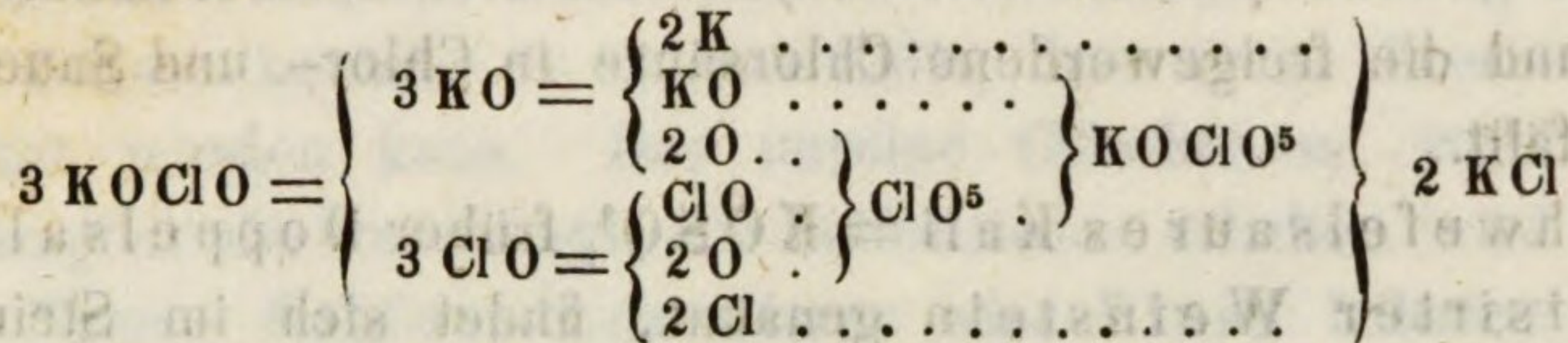
Formel:



Das unterchlorigsaure Kali ist bis jetzt nur im gelösten Zustande bekannt und hat die Eigenschaft, Pflanzenfarben zu bleichen; man bedient sich daher dieser Flüssigkeit unter dem Namen der

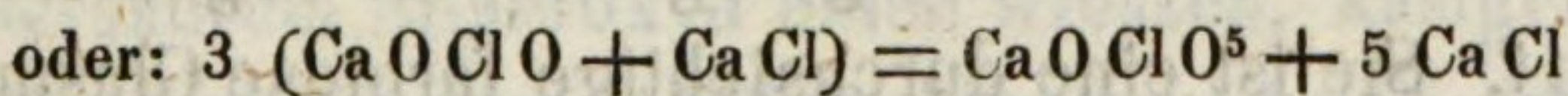
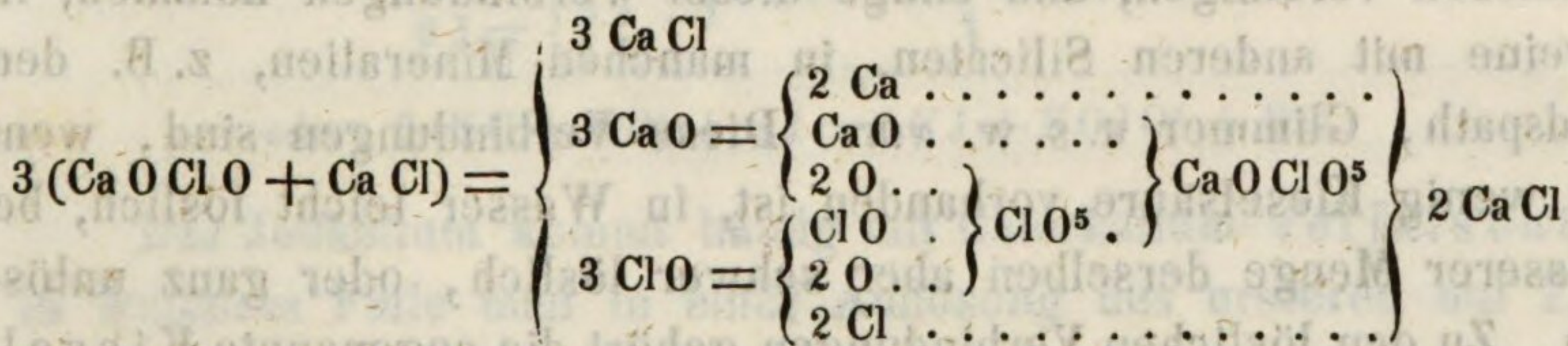
Javelli'schen Lauge zur Vertilgung von Obst- und Weinflecken aus weisser Wäsche. Raucht man die Lösung ab, so verwandelt sich das unterchlorigsaure Kali = KOClO in chlorsaures Kali = KOClO^5 , welches letztere beim Erkalten in Krystallen anschießt.

Chlorsaures Kali = KOClO^5 kann entweder auf die eben beschriebene Weise,

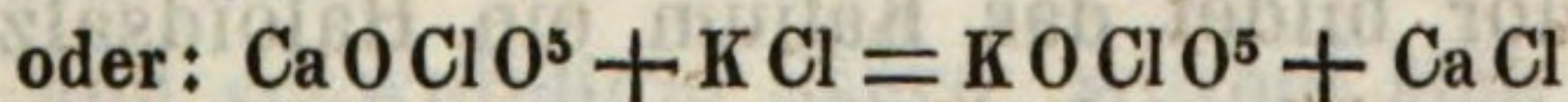
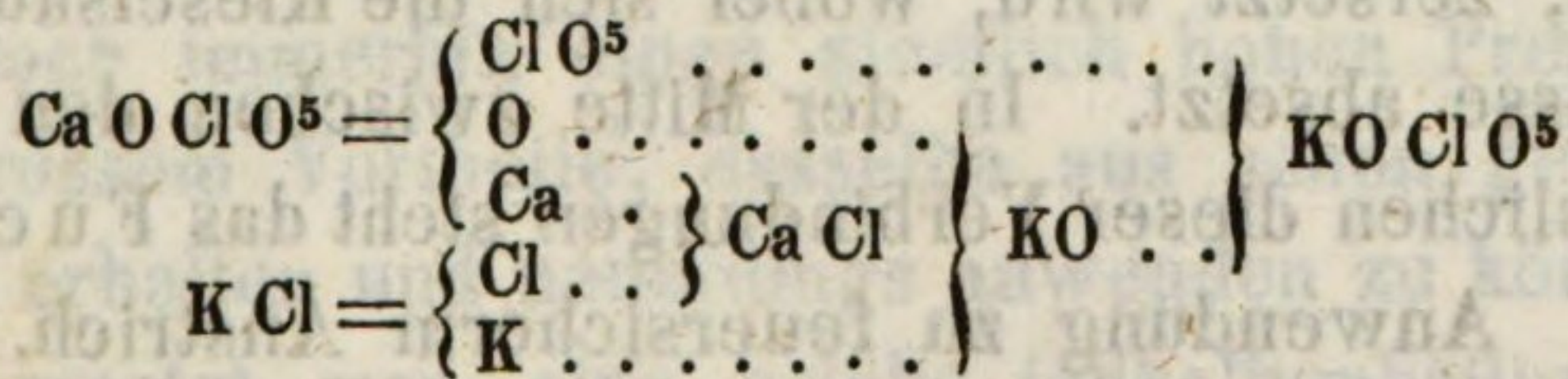


oder dadurch dargestellt werden, dass man Chlorkalk = $\text{CaOClO} + \text{CaCl}$ mit Wasser erhitzt, die Masse mit $\frac{1}{10}$ ihres Gewichtes Chlorkalium versetzt und einige Zeit lang mit Wasser kocht, woraus beim Erkalten das Salz anschießt.

Formel:



Durch das gleichzeitig vorhandene Chlorkalium ergibt sich:



Das chlorsaure Kali erscheint in weissen, perlmutterglänzenden Schuppen, schmeckt kühlend salzig, schmilzt vor dem Glühen und entwickelt, stärker erhitzt, Sauerstoff, indem es nach und nach durch Abgabe desselben zu Chlorkalium wird. Mit brennbaren Körpern, z. B. Schwefel, Phosphor u. dergl. vermengt, verpufft es beim Erhitzen,

Drücken oder Reiben mit heftigem Knalle und unter Feuererscheinung, indem nämlich die Chlorsäure ihren Sauerstoff an den brennbaren Körper, z. B. den Schwefel, abtritt, die entstandene Schwefelsäure sich mit dem Kali verbindet und Chlor, sowie schwefeligsaures Gas frei werden, welche beide durch ihr rasches Entweichen den Knall herbeiführen. Auch durch rauchende Schwefelsäure wird es unter Explosion zersetzt, indem sich schwefelsaures Kali bildet, und die freigewordene Chlorsäure in Chlor- und Sauerstoffgas zerfällt.

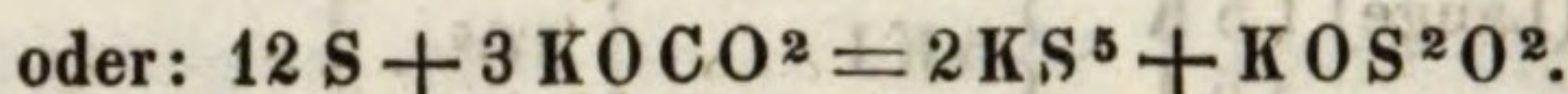
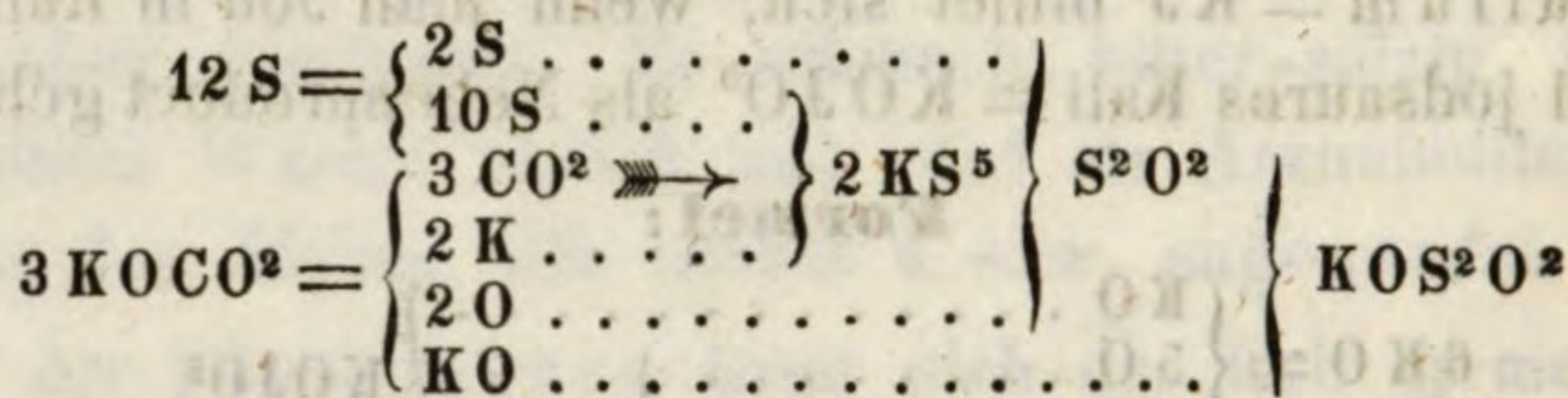
Schwefelsaures Kali = KOSO^3 , früher Doppelsalz oder vitriolisirter Weinstein genannt, findet sich im Steinsalze, den Salzsoolen, sowie in vielen Pflanzen und Thieren und wird gewöhnlich bei der Darstellung der rauchenden Salpetersäure als Nebenproduct gewonnen. Es schmeckt bitter-salzig, ist in kaltem und warmem Wasser löslich und wird als Arzneimittel, sowie zur Bereitung des Alauns, des Glases u. s. w. angewendet.

Mit der Kieselsäure kann sich das Kali in mehreren Verhältnissen vereinigen, und einige dieser Verbindungen kommen, im Vereine mit anderen Silicaten, in manchen Mineralien, z. B. dem Feldspath, Glimmer u. s. w. vor. Diese Verbindungen sind, wenn nur wenig Kieselsäure vorhanden ist, in Wasser leicht löslich, bei grösserer Menge derselben aber schwer löslich, oder ganz unlöslich. Zu den löslichen Verbindungen gehört die sogenannte Kiesel-feuchtigkeit. Sie ist eine durchsichtige farblose Glasmasse, die an der Luft Feuchtigkeit anzieht, und durch jede andere Säure, selbst die Kohlensäure, zersetzt wird, wobei sich die Kieselsäure als eine gallertartige Masse absetzt. In der Mitte zwischen den leicht löslichen und unlöslichen dieser Verbindungen steht das Fuchsische*) Wasserglas. Anwendung zu feuersicherem Anstrich.

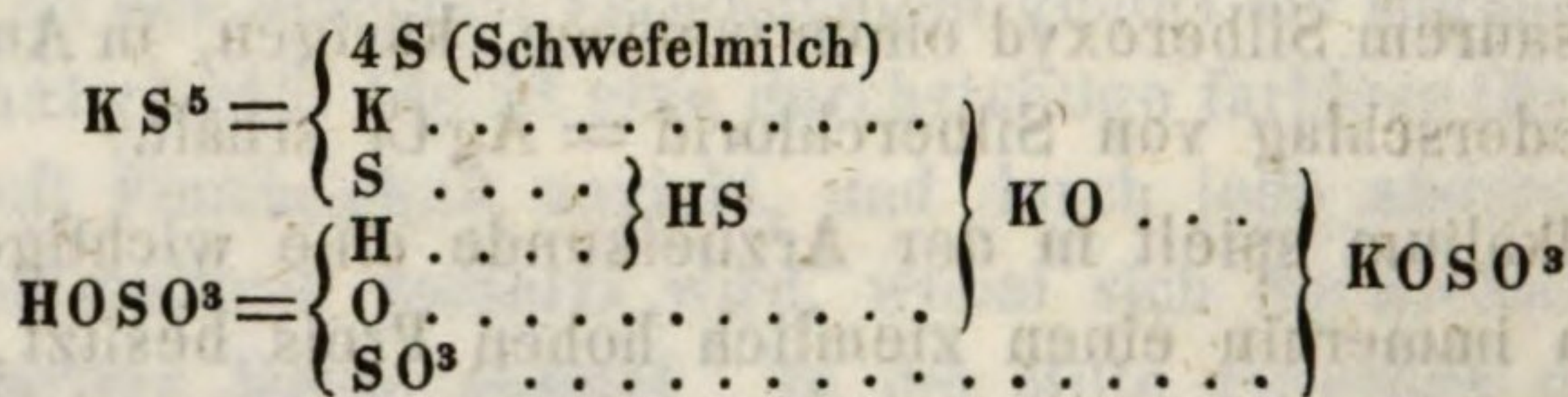
Mit dem Chlor bildet das Kalium ein Haloïdsalz, das Chlorkalium = KCl , welches früher salzsaures Salz oder Digestivsalz

*) Joh. Nep. v. Fuchs, geb. 1775 zu Wattenzell bei Brennbach im bayer. Wald, gest. 1856 zu München, Mineralog und Chemiker; — Entdecker des Wasserglases, der Stereochromie, der Begründer der Theorie des hydraulischen Kalkes etc. Durch seine Lehre von vicarirenden Bestandtheilen bereitete er die Theorie des Isomorphismus vor.

Mit dem Schwefel kann sich das Kalium in sieben verschiedenen Verhältnissen vereinigen, worunter insbesondere das Fünffach-Schwefelkalium = KS^5 oder die sogenannte Kalischwefelleber bemerkenswerth ist. Es ist frisch, eine leberbraune Masse, die jedoch an der Luft allmählig grünlich-gelb wird, Feuchtigkeit anzieht und Schwefelwasserstoff entbindet. In Wasser löst es sich leicht zu einer gelben Flüssigkeit, aus welcher Säuren Schwefelwasserstoffgas entwickeln, und Schwefel niederschlagen. Man benützt es vorzüglich zu künstlichen Schwefelbädern bei Hautausschlägen; innerlich genommen, wirkt es als Gift. Man erhält diese Verbindung durch Zusammenschmelzen von kohlensaurem Kali und Schwefel.

Formel:

Auf Zusatz einer Säure entwickelt das KS^5 , Schwefelwasserstoff und Schwefel im feinertheilten Zustande, genannt Schwefelmilch, scheidet sich ab.

Formel:**II. Natrium. Na.**

Das Natrium findet sich in grösster Menge mit Chlor verbunden im Steinsalz; als Oxyd mit verschiedenen Säuren gebunden, in der Asche der See- und Strandpflanzen. Es ist sehr ähnlich dem K, schwimmt auf HO und wird durch Wasserstoffentwicklung hin- und hergetrieben. Hindert man es durch ein auf das HO gelegte Stück Fliesspapier, seinen Platz zu ändern, so steigert sich die Er-

wärmung zum lebhaften Verbrennen mit gelber Flamme; — kann ebenfalls nur unter Steinöl aufbewahrt werden. Darstellung wie die des Kaliums.

Das Natriumoxyd oder Natron, früher mineralisches Alkali genannt, kann gleich dem Kali nur in Verbindung mit 22% Wasser als Natronhydrat oder Aetznatron $= \text{NaO} + \text{HO}$ aus seinen Salzen abgeschieden werden. Man gewinnt es gleich dem Kali durch Zersetzung des kohlensauren Natrons mittelst Kalk. Es ist eine weisse Masse, welche an der Luft anfänglich zerfliesst, dann aber unter Aufnahme von Kohlensäure wieder fest und pulverig wird, übrigens ganz dieselben Eigenschaften zeigt, wie das Aetzkali. Man gebraucht es in der Seifensiederei, sowie als Lösungs- und Füllungsmittel bei chemischen Processen. Es ist spröde, schmilzt wie das Kali, verlangt aber dabei nicht die anhaltende Hitze des letzteren, daher auch die Natrongläser leichter schmelzbar sind, als die Kaligläser; löst sich leicht in Wasser und Alkohol auf und heisst dann Natronlauge; färbt die Flamme gelb.

Mit Säuren bildet das Natron eigenthümliche Salze, welche alle in Wasser löslich sind und häufig Krystallwasser enthalten, bei dessen Entfernung sie zu weissem Pulver zerfallen oder verwittern. Ihre concentrirten Lösungen werden weder durch Platinchlorid, noch durch Weinsäure, noch durch schwefelsaure Thonerde gefällt, dagegen bringt antimonisches Kali, selbst noch in sehr verdünnten Lösungen derselben, einen krystallinischen Niederschlag hervor, der sich an das Glas anhängt.

Die Kohlensäure geht mit dem Natron drei Verbindungen ein und bildet damit:

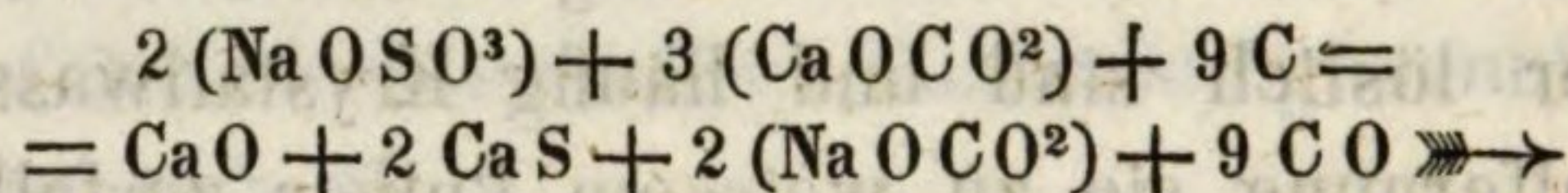
- 1) einfach kohlensaures Natron $= \text{NaOCO}^2 + 10\text{HO}$;
- 2) anderthalb kohlensaures Natron $= 2\text{NaO}, 3\text{CO}^2 + 4\text{HO}$;
- 3) doppelt kohlensaures Natron $= \text{NaO}, 2\text{CO}^2 + 4\text{HO}$.

Das einfach kohlensaure Natron oder die Soda*) findet sich in mehreren Mineralwassern, z. B. den Karlsbaderquellen, wittert

*) Aschensalz, vom spanischen soda, französischen soude, arabischen Ursprungs, wird aus der Asche der Sodakräuter gewonnen.

hin und wieder aus dem Boden und aus den Mauern aus, wird aber auch durch das Einäschern der Seestrandgewächse erhalten, die unter dem Namen rohe Soda in den Handel kommen. Die Seestrandgewächse enthalten nämlich statt des Kali Natron, an organische Säuren gebunden, und beim Verbrennen derselben bleibt eine Asche, die 3—30% kohlensaures Natron, dann aber auch vorzüglich schwefelsaures Natron, Chlornatrium, Schwefelnatrium und bisweilen Jodnatrium besitzt, zurück. Am reichhaltigsten an kohlensaurem Natron ist die Barillesoda aus Spanien, dann folgt in abnehmender Güte die Kelpsoda*) aus dem südlichen Frankreich und die Varecsoda**) aus der Normandie.

Auf diese Art bereitete man die Soda bis zum Anfange dieses Jahrhunderts; gegenwärtig wird das meiste einfach kohlensaure Natron aus Steinsalz oder unreinem Kochsalz dargestellt, indem man dasselbe zunächst mit Schwefelsäure zersetzt und das erhaltene schwefelsaure Natron mit kohlensaurem Kalk und Kohle glüht, wobei sich kohlensaures Natron und Schwefelcalcium bilden, die sich durch Auslaugen und Krystallisiren trennen lassen:



Diese Art der künstlichen Darstellung der Soda ist zuerst einem französischen Feldchirurgen Namens Le Blanc gelungen, welcher auch zeigte, dass das nach diesem Vorgange erhaltene Product, mit Wasser in Berührung, wieder zersetzt, — das entstandene kohlensaure Natron zerfällt und neuerdings kohlensaurer Kalk gebildet wird; sowie dass dagegen bei einem weiteren Zusatz von Aetzkalk diese freiwillige Zersetzung verhindert und die entstandenen Producte dem Einflusse des Wassers ausgesetzt werden können.

Er hat den Vorschlag gemacht, die schwefelsaure Magnesia, welche in dem Meerwasser in grosser Menge enthalten ist, zur Darstellung der Soda zu verwenden, und berechnet, dass aus der

*) Kelp im Englischen das Salzkraut, Aschenkraut, die Soda.

**) Im Französischen varech (deutsch Wrack) gescheitertes Schiff, Auswurf des Meeres.

schwefelsauren Magnesia, die man an den Meeresküsten von Frankreich gewinnen kann, allein so viel Soda fabricirt werden könne, um den Bedarf des ganzen Continents damit zu befriedigen. — Man führt nämlich die schwefelsaure Magnesia dadurch in schwefelsaures Natron (aus welchem dann auf die angegebene Weise Soda bereitet wird) über, dass man erstere Verbindung mit Kochsalz mischt und beide einer Temperatur von -6 bis -8° aussetzt, worauf durch den wechselseitigen Austausch der Bestandtheile schwefelsaures Natron $= \text{Na O SO}^2$ und Chlormagnesium $= \text{Mg Cl}$ gebildet werden.

Viele Mineralwasser, wie z. B. das von Kissingen, enthalten schon an und für sich diese beiden Salze, so dass erstere nur der angegebenen Temperatur ausgesetzt werden dürfen, um verlangte Zersetzung einzuleiten. Statt der schwefelsauren Magnesia kann auch schwefelsaures Eisenoxydul — wo solches billig zu haben ist — zu diesem Zwecke angewendet werden. Diese Art der Darstellung von schwefelsaurem Natron zum Zwecke der Sodabereitung wird jedoch in vielen Ländern, z. B. in Frankreich, Spanien u. s. w. vorzüglich dadurch erschwert, dass während des Jahres hindurch nur verhältnissmässig wenige Tage eine solch niedere Temperatur besitzen, mithin der Bedarf auf diese Weise nicht gedeckt werden kann.

Das einfach kohlensaure Natron krystallisirt in farblosen, schiefen rhombischen Säulen, schmeckt scharf laugenartig, verwittert an der Luft, indem es seine 63 % Wasser verliert; löst sich in kaltem und heissem Wasser, bläut geröthetes Lackmus- und bräunt gelbes Curcumapapier und schmilzt leichter als Pottasche. Man benützt es in der Medicin, Färberei und Kattundruckerei; die rohe Soda besonders zum Seifensieden und zur Fabrikation des Glases.

Bestimmung des Alkaligehaltes in der Soda.

Vor dem Beginne des Versuches wird das Salz vorsichtig getrocknet, um es von seinem Wassergehalte zu befreien.

Durch eine Reihe von Versuchen wurde ermittelt, dass 72 Gran Schwefelsäurehydrat 100 Gran reines kohlensaures Kali zu sättigen

im Stande sind, d. h. damit sich ein Neutralsalz bilde. Nimmt man daher von irgend einer zu untersuchenden Soda 100 Gran und setzt dieser von dem erwähnten Schwefelsäurehydrat von bekanntem Concentrationsgrade so lange hinzu, bis sich ein Neutralsalz gebildet und Lackmustinktur bleibend geröthet wird, so braucht man für den Fall, dass die Soda chemisch rein, also frei von allen Nebenbestandtheilen war, 72 Gran Schwefelhydrat. Je weniger also die Menge der verbrauchten Probeflüssigkeit beträgt, je geringer ist der Alkaligehalt der untersuchten Soda; hat man z. B. anstatt 72 Gran nur 50 Gran Schwefelsäurehydrat verbraucht, so ergibt sich:

$$\begin{aligned} 72 : 100 &= 50 : x, \\ x &= 69,4 \text{ Alkali.} \end{aligned}$$

Da es jedoch sehr schwer ist, kleine Quantitäten von Schwefelsäure, z. B. 0,1 Gran, abzuwiegen, so hat man vorgeschlagen, anstatt erstere die Oxalsäure zu verwenden, und die Erfahrung hat gezeigt, dass 63 Gran krystallisirte Oxalsäure 53 Gran reines kohlen-saures Natron zu sättigen im Stande sind; man verfährt dabei so, dass man diese 63 Gran Oxalsäure in so viel Wasser löst, dass das Ganze 1000 Gran Auflösung bildet; 1000 Gran Auflösung sättigen also 53 Gran kohlen-saures Kali, folglich 100 Gran Flüssigkeit 5,3 Gran Salz.

Für die Bestimmung des Alkaligehaltes in der Pottasche hat man das Verhältniss:

100 Theile dieser Oxalsäure sättigen 69,11 Salz.

Das anderthalb kohlen-saure Natron, auch Torna oder Urao genannt, findet sich gelöst in einigen Landseen, besonders in Ungarn und Aegypten, aus welchen es durch freiwilliges Verdunsten des Wassers im Sommer sich abscheidet. Es unterscheidet sich von dem vorhergehenden vorzüglich dadurch, dass es an der Luft nicht verwittert und in Wasser schwerer löslich ist, kann übrigens zu denselben Zwecken wie jenes gebraucht werden.

Das doppelt kohlen-saure Natron wird erhalten, wenn man kohlen-saures Gas durch eine Röhre leitet, in welcher sich einfach kohlen-saures Natron befindet. Es krystallisirt in kleinen, vierseitigen Tafeln, verwittert nicht an der Luft, löst sich erst in

10 Theilen kalten Wassers und verliert beim Kochen der Lösung wieder einen Theil seiner Kohlensäure.

Mit Weinsäure und Zucker gemengt, stellt es das sogenannte Brausepulver dar, welches zu erfrischenden Getränken gebraucht wird.

Das salpetersaure Natron oder der Chilisalpeter*) = NaONO^5 findet sich in grossen Erdlagern in Chili und Peru, krystallisirt in stumpfen Rhomboëdern, welche kein Krystallwasser enthalten, wird an der Luft feucht und löst sich leichter in Wasser als der gewöhnliche Salpeter. Man gebraucht es statt des theuern Kalisalpers zur Gewinnung von Salpetersäure, Schwefelsäure, Glaubersalz u. dgl., auch in der Glasfabrikation; zur Bereitung des Schiesspulvers kann es aber wegen seiner Eigenschaft, an der Luft feucht zu werden, nicht benützt werden.

Das schwefelsaure Natron oder Glaubersalz**) = $\text{NaOSO}^3 + \text{HO}$ macht einen Bestandtheil mancher Mineralwasser, z. B. der Pilnaer, Karlsbader und Seidschützer Quellen aus; wittert in einigen Ländern aus dem Erdboden und ist auch in dem Steinsalz und in den Salzsoolen, sowie in den Strandgewächsen enthalten. Man erhält es als Nebenproduct auf den Salinen. Auch durch unmittelbare Behandlung des Chlornatriums mit Schwefelsäure lässt sich Glaubersalz darstellen und nebenbei Salzsäure gewinnen.

Formel:



Das schwefelsaure Natron krystallisirt in farblosen, schiefen rhombischen Säulen, schmeckt kühlend bitter-salzig, verwittert

*) Nach seinem Vorkommen in Chili.

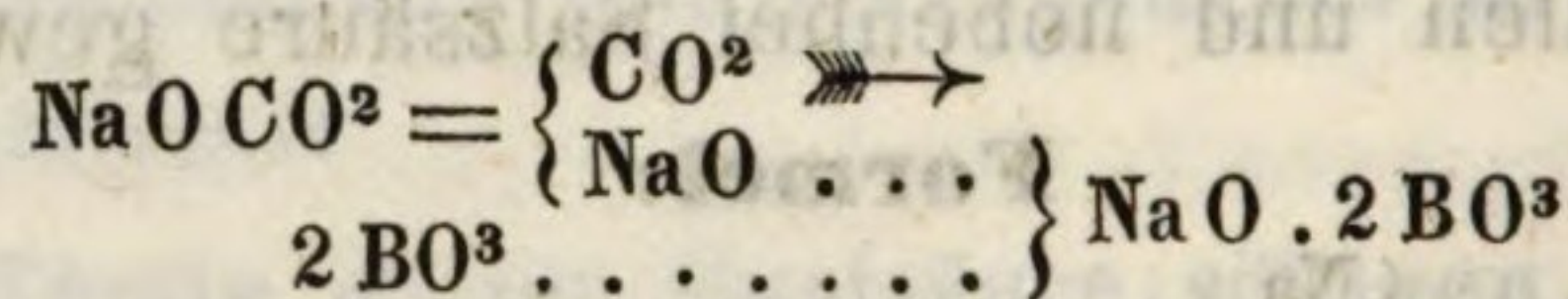
**) Joh. Rudolph Glauber geb. 1603 zu Karlstadt in Unterfranken, gest. 1668 zu Amsterdam, berühmter Alchymist und Chemiker, beschrieb zuerst das nach ihm benannte Glaubersalz Sal mirabile glauberi, und stellte es im Grossen dar; auch Wundersalz genannt wegen seiner wichtigen medicinischen Wirkung.

stark an der Luft, wobei es 56% Krystallwasser verliert, ist in Wasser löslich, schmilzt anfangs in seinem eigenen Wasser (Wasserfluss), wird wieder fest und kommt dann in der Rothglühhitze wieder in Fluss (Feuerfluss).

Das schwefeligsaurer Natron = NaO SO^2 wird dadurch erhalten, dass man schwefelige Säure in einen Cylinder leitet, worin sich wasserfreies, einfach kohlensaures Natron befindet. Es ist eine weisse, in Wasser leicht lösliche Salzmasse, die beim Uebergiessen mit anderen Säuren schwefelige Säure entbindet. Man hat es in neuester Zeit unter dem Namen Antichlor*) als ein Mittel empfohlen, aus mit Chlor gebleichten Gegenständen das überschüssige Chlor zu entfernen.

Das doppelt borsaurer Natron oder der Borax**) = $\text{NaO} + 2 \text{BO}^3 + \text{HO}$ findet sich an den Ufern und am Grunde einiger Salzseen in Ostindien, und ist in diesem rohen Zustande, wo er Tinkal***) genannt wird, mit einer seifenartigen Rinde überzogen, von welcher er in europäischen Fabriken, besonders in Venedig und Amsterdam, gereinigt wird. Sehr viel Borax wird gegenwärtig auch dadurch gewonnen, dass man kohlensaures Natron mit Sassolin, d. i. natürlicher Borsäure, zersetzt.

Formel:



Der gereinigte oder venetianische Borax krystallisirt in farblosen sechsseitigen Säulen, schmeckt süsslich-laugenhaft, reagirt schwach alkalisch, löst sich in 15 Theilen kalten und $\frac{1}{2}$ Theil kochenden Wassers, verwittert an der Luft nur oberflächlich und schmilzt beim Erhitzen unter starkem Aufblähen allmählig zu einem farblosen, durchsichtigen Glase (Boraxglas). Sind während des Schmelzens Metalloxyde zugegen, so löst er dieselben auf und wird von ihnen

*) Von ἀντί gegen, und Chlor.

**) Borax vom arabischen burakh oder baurach Salpeter.

***) Tinkal im Malayischen tingkal oder tincar, soviel wie natürlicher oder unreiner Borax.

gefärbt, so z. B. von Kobaltoxyd blau, von Kupferoxyd hellgrün, von Eisenoxyd gelb-bräunlich.

Man benützt ihn wegen dieser Eigenschaften zur Prüfung der Mineralien vor dem Löthrohre, zur Darstellung feiner Gläser, als Flussmittel für schmelzbare Metalle, zum Löthen von Gold, Silber und andern Metallen, auch in der Arzneikunde u. s. w. Seine Anwendbarkeit als Löth- und Flussmittel gründet sich vorzüglich darauf, dass er auf der Oberfläche schmelzender Metalle einen glasigen Ueberzug bildet, der den Zutritt der Luft und dadurch die Oxydation des Metalles verhindert, und etwa vorhandenes Oxyd, welches das Schmelzen der metallischen Fläche stören könnte, in sich aufnimmt.

Mit Kieselsäure kann sich das Natron in denselben mannigfaltigen Verhältnissen vereinigen wie das Kali, und damit leicht lösliche, schwer lösliche und unlösliche Verbindungen erzeugen. Letztere machen einen Bestandtheil mancher Mineralien, z. B. des Natroliths, u. s. w. aus. Eine solche unlösliche und durch Säure unzersetzbare Verbindung bildet auch im Vereine mit anderen kieselsauren Salzen, vorzüglich kieselsaurem Kali oder Natron und kieselsaurem Kalke, die verschiedenen Glasarten, deren Darstellung auf eigenen Glashütten vorgenommen wird.

Das Glas besteht aus SiO_3 und NaO (oder KO) CaO , PbO , etwas Fe^2O^3 , Mn^2O^3 , Al^2O^3 und einigen anderen Stoffen in geringerer Menge.

Als Material nimmt man Quarz oder Sand, Pottasche (selbst Holzasche), Soda (mitunter Glaubersalz mit Kohle) Bleioxyd nebst Glasscherben.

Je nach der Feinheit des Glases Materialien verschiedener Reinheit, alles gehörig gepocht, abgewogen und in glühende Thonhäfen gebracht, deren sechs und mehr im Glasofen stehen. Zusammenschmelzen der Masse. Entfärben durch Oxydationsmittel, welche FeO in Fe^2O^3 überführen, Kohle verbrennen. (AsO^3 ; MnO^2 ; KONO^5 ; PbO^2).

Die gereinigte Masse wird etwas gekühlt und in dem dann entstehenden Zustand, wo sie sich zu langen Fäden ziehen lässt, verarbeitet.

Blasen und Giessen des Glases. Abkühlen langsam.

Ein Kaliglas ist schwer schmelzbar, zu chemischen Zwecken sehr geeignet (böhmisches Glas), leichter schmilzt das Natronglas, am leichtesten das Bleiglas, welches den stärksten Glanz hat, daher zu geschliffenen Gläsern sehr geeignet.

Durch Beimengung verschiedener Oxyden kann man farbige Gläser erzielen. Das Milchglas ist durch beigemengte Knochenasche trüb, die Email durch Zinnoxid.

Mit dem Chlor bildet das Natrium das Chlornatrium = NaCl oder das Kochsalz. Dieses erscheint hin und wieder in ausgedehnten Lagern in den Flötzgebirgen, wo es dann Steinsalz genannt wird; findet sich auch aufgelöst in dem Meerwasser, sowie in den Soolen, d. i. jenen Quellen, welche in der Nähe von Steinsalzlagerstätten entspringen, und ist auch in mehreren Pflanzen und fast allen thierischen Säften enthalten. Zum ökonomischen und technischen Zwecke wird es entweder durch Lösen und Krystallisiren des Steinsalzes oder durch Verdunsten des Meerwassers in mit Thon belegten Behältern oder am häufigsten aus den Soolen gewonnen.

Das Chlornatrium krystallisirt in farblosen Würfeln. Es schmeckt rein salzig und wird im reinen Zustande (wenn es nämlich nicht, wie gewöhnlich das käufliche, mit etwas Chlormagnesium und Chlorcalcium verunreinigt ist), an der Luft weder feucht, noch verwittert es, da es kein Krystallwasser enthält. In der Hitze verknistert es, indem die eingemengte Mutterlauge entweicht; bei höherer Temperatur fängt es an zu schmelzen und verflüchtigt sich endlich in der Weissglühhitze. In kaltem und warmem Wasser ist es gleich löslich. Seine Benützung ist sehr mannigfaltig, als unentbehrliche Würze der Speisen, zum Einpökeln des Fleisches, zum Einsalzen der Fische, zur Glasur irdener Waaren, in der Loh- und Weissgerberei, in der Seifensiederei, in der Glasfabrikation, zur Bereitung des Chlors, der Salzsäure, des Salmiaks u. dgl., auch in der Landwirthschaft, besonders der Schafzucht u. s. w.

III. Lithium*) Li.

Das Lithium ist ein seltenes Metall und wurde in einigen Mineralien und Mineralwassern gefunden. Es ist nahezu um die Hälfte leichter als Wasser.

Das Lithiumoxyd oder Lithion = LiO ist weniger löslich als die vorigen Oxyde, ebenso sein Kohlensäuresalz und Phosphorsäuresalz. Das Chlorkalium bildet zerfliessliche Würfel. Alle Verbindungen des Lithium färben Löthrohrflamme intensiv roth.

*) Das Lithium wurde 1817 von Arfvedson entdeckt.

IV. Ammonium. H^4N .

Siehe Stickstoff und seine Verbindungen.

Als ganz der Neuzeit angehörige und ohne technische Anwendung mögen hier noch Erwähnung finden:

V. Rubidium Rb und VI. Caesium. Cs.

Sehr seltene Metalle, sind seit einigen Jahren in Salzsoolen entdeckt, mit Hülfe eines eigenthümlichen optischen Apparates, und

VII. Thallium. Th.

Sehr selten; in einigen Schwefelkiesen und mit vorigen, auch wie diese aufgefunden, und wahrscheinlich zu den Alkalimetallen zu zählen.

VIII. Barium.*) Ba.

Das Barium, ein specifisch leichtes, unedles Metall, kommt nur in seinem Oxyde, der Baryterde, als Basis mehrerer Mineralsalze vor, die Schwefelsäure, Kohlensäure oder Kieselsäure enthalten; es ist silberweiss, in geringem Grade hämmerbar, schmelzbar in der Rothglühhitze, aber nicht flüchtig. Es oxydirt sich leicht an der Luft und unter Wasser. Man erhält es aus der Baryterde durch Electrolyse, oder dadurch, dass man in einem Strome von trockenem Wasserstoffgas Kalium auf glühende Baryterde wirken lässt, das Barium mit Quecksilber auszieht und aus dem erhaltenen Bariumamalgame in einem Wasserstoffstrome das Quecksilber abdestillirt. — Das Barium verbindet sich in zwei Verhältnissen mit dem Sauerstoffe und bildet damit ein basisches Oxyd, die Baryterde und ein Superoxyd.

Die Baryterde = BaO ist ein graulich-weisses, in starker Weissglühhitze schmelzbares Pulver, das sehr schnell Wasser und

*) Von βαρύς schwer.

Kohlensäure aus der Luft anzieht, und mit Wasser übergossen, sich unter starker Erhitzung in Baryterdehydrat verwandelt. Wird erhalten, wenn man salpetersaure Baryterde in einem Porzellantigel zuerst bei gelinder Hitze schmilzt und dann heftig glüht.

Das Baryterdehydrat = $\text{BaO} \cdot \text{HO}$ krystallisirt mit 8 HO in farblosen, tafelförmigen Krystallen, die in kaltem und heissem Wasser löslich sind, im Krystallwasser schmelzen und dasselbe durch Erhitzen verlieren, dann aber in der Rothglühhitze als wasserfreies Hydrat schmelzen und beim Abkühlen zur krystallinisch-strahligen Masse erstarren. — Wird entweder dadurch bereitet, dass man kohlensaure Baryterde mit $\frac{1}{10}$ Kienruss und etwas Stärkemehlkleister zusammenknetet, zu Kugeln formt, diese nach dem Trocknen lebhaft glüht und dann mit kochendem Wasser auszieht; oder dadurch, dass man eine Auflösung von Schwefelbarium so lange mit Kupferoxyd digerirt, bis Bleizuckerlösung dadurch weiss gefällt wird, heiss in eine verschliessbare Flasche filtrirt und darin anschiessen lässt.

Bariumhyperoxyd = BaO^2 ist ein graues Pulver, das durch heftiges Glühen Baryterde hinterlässt, mit kaltem Wasser weisses, unlösliches Hydrat bildet, von heissem aber unter Sauerstoffentwicklung zersetzt und als Baryterdehydrat aufgelöst wird. — Man erhält es durch gelindes Glühen von Baryterde in einem Strome Sauerstoffgase; dient zur Darstellung des Wasserstoffhyperoxyds, weil es sich in verdünnten Säuren unter Entwicklung von Sauerstoff auflöst. — Die wichtigsten Sauerstoff- und Haloïdsalze des Bariums sind:

1) Schwefelsaure Baryterde = BaOSO^3 findet sich im Mineralreiche als Schwerspath in tafel- und säulenförmigen Krystallen; — künstlich dargestellt, erscheint es als ein weisses, in Wasser und Säuren unlösliches Pulver; durch Glühen mit Kohle verwandelt es sich in Schwefelbarium. — Der Schwerspath wird bergmännisch gewonnen, auf Mühlen gemahlt und theils als Versatz des Bleiweisses, theils zur Darstellung der Bariumverbindungen angewendet.

2) Kohlensaure Baryterde = BaOCO^2 kommt im Mineral-

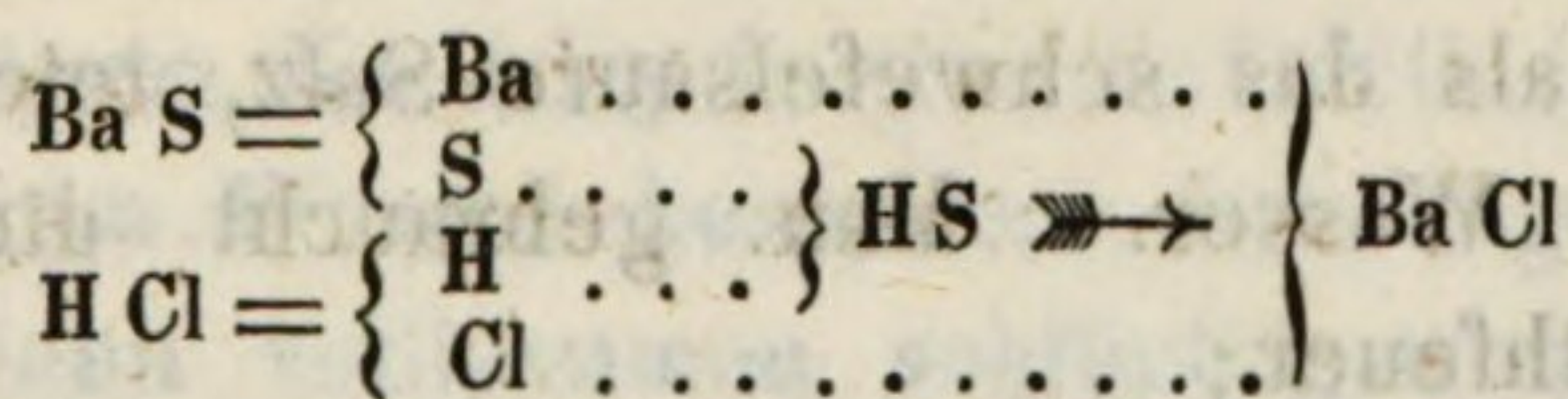
reiche als Witherit*) in weissen Krystallen oder strahliger Masse vor; ist, künstlich dargestellt, ein weisses, in Wasser kaum lösliches Pulver, das sich aber in kohlensäurehaltigem Wasser besser löst, sowie von Salz- und Salpetersäure unter Aufbrausen gelöst wird. Er wird in der analytischen Chemie, sowie zur Darstellung chemischer Präparate verwendet.

3) Salpetersaure Baryterde = BaONO^5 ist luftbeständig, in kaltem und heissem Wasser löslich, ist schmelzbar und verwandelt sich bei gelindem Glühen in salpeterigsaure, bei stärkerem in reine Baryterde; dient als Reagens auf Schwefelsäure in der Chemie.

4) Chlorsaure Baryterde = $\text{BaOClO}^5 + \text{HO}$ bildet farblose Krystalle, ist in Wasser löslich; mit brennbaren Körpern gemengt, zersetzt es sich durch Druck oder Schlag unter Explosion, und ertheilt der Flamme des Alkohols oder anderen brennbaren Körpern eine grüne Farbe, — findet daher auch in der Kunstfeuerwerkerei Anwendung.

5) Chlorbarium = $\text{BaCl} + 2\text{HO}$ ist in kaltem und warmem Wasser nicht, aber in Salzsäure löslich, besitzt einen unangenehmen, scharfen Geschmack und wirkt giftig. — Man bereitet es durch Sättigen einer Auflösung von Schwefelbarium mit Salzsäure.

Formel:



Es ist das gewöhnliche Reagens auf Schwefelsäure.

XI. Strontium. Sr.

Das Strontium = Sr kommt nur in seinem Oxyde der Strontianerde, verbunden mit Schwefel und Kohlensäure, aber seltener

*) Von Werner nach Dr. Withering benannt, welcher zuerst kohlensaure Baryterde in diesem Minerale nachwies.

als das Barium vor, und wird ähnlich diesem aus der Strontianerde dargestellt.

Man kennt zwei Verbindungen des Strontiums mit dem Sauerstoffe, nämlich:

1) die Strontianerde = SrO gleicht völlig der Baryterde und gibt auch, wie diese, ein krystallisirbares Hydrat;

2) das Strontiumsuperoxyd = SrO^2 ist bis jetzt nur als Hydrat bekannt, das sich krystallinisch abscheidet, wenn man eine Auflösung von Strontianerdehydrat versetzt.

Die wichtigsten Sauerstoff- und Haloïdsalze des Strontiums sind:

1) Schwefelsaure Strontianerde = SrOSO^3 findet sich als Cölestin*) in schwerspathähnlichen Krystallen im Mineralreiche, aber weit seltener als Schwerspath. Die künstlich dargestellte schwefelsaure Strontianerde erscheint als ein weisses Pulver, das sich nur sehr wenig in reinem Wasser und noch weniger in schwefelsäurehaltigem auflöst, jedoch weit besser im Wasser das Kochsalz aufgelöst hat. — Der Cölestin wird häufig zur Darstellung von Strontianpräparaten gebraucht.

2) Kohlensaure Strontianerde = SrOCO^2 kommt als Strontianit**) im Mineralreiche vor, die denen des Witheriths isomorph sind, auch als strahlige Massen; — künstlich dargestellt, erscheint sie ebenfalls als ein weisses Pulver, das in Wasser noch weniger löslich ist, als das schwefelsaure Salz, leichter jedoch in kohlensäurehaltigem Wasser. Man gebraucht die kohlensaure Strontianerde zu Rothfeuer;

3) Salpetersaure Strontianerde = SrONO^5 krystallisirt wie das Barytsalz, ist in kaltem und warmem Wasser löslich, sehr wenig in Salpetersäure und Alkokol und schiesst in der Kälte aus verdünnter Auflösung mit 5 HO in leicht verwitternden Krystallen an. — Wird zur Darstellung der Rothfeuer benützt.

4) Chlorstrontium = $\text{SrCl} + 6\text{HO}$ krystallisirt in farblosen Nadeln, die sich in kaltem Wasser und Alkohol lösen, in feuchter

*) Cölestin himmelblau wegen der Farbe.

**) Fundort: Strontian in Schottland.

Luft zerfliessen und leicht schmelzen. — Das Chlorstrontium findet ebenfalls in der Kunstfeuerwerkerei Anwendung.

X. Calcium.*) Ca.

Das Calcium = Ca findet sich in seinem Oxyde, der Kalkerde, und zwar stets an Säuren, wie Kohlensäure, Schwefelsäure, Kieselsäure, Phosphorsäure u. s. w. gebunden, in einer grossen Anzahl zum Theil sehr häufiger und sehr verbreiteter Mineralien; als Metall mit Fluor verbunden, bildet es den Flussspath, und mit Chlor das im Seewasser und in den Salzsoolen vorkommende Chlorcalcium. Aus dem Mineralreiche geht ein Theil dieser Verbindungen mittelst des Wassers in den Pflanzen- und aus diesem in den Thierkörper über.

Das Calcium verbindet sich in zwei Verhältnissen mit dem Sauerstoffe, und bildet damit ein basisches Oxyd, die Kalkerde und ein Superoxyd.

Die Kalkerde = CaO ist eine weisse, oder durch Verunreinigungen gefärbte, erdige, unschmelzbare und feuerbeständige Masse, die in heftiger Glühhitze stark leuchtet und an der Luft allmählig durch Aufnahme von Kohlensäure und Wasser zu $\text{CaOCO}^2 + \text{CaOHO}$ feinpulverig zerfällt (zerfallener Kalk). Mit Wasser besprengt, bläht sie sich stark auf (löscht sich), indem sie sich so stark erhitzt, dass dadurch Schiesspulver entzündet werden kann, und zerfällt zu körnigem Kalkhydrat = CaOHO (24% Wasser), das mit überschüssigem Wasser besonders bei längerem Liegen unter Luftabschluss einen vollkommen schlüpfrigen Brei bildet, der an der Luft theils durch Verdunstung des überschüssigen Wassers, theils durch Absorption von Kohlensäure zuerst in die Verbindung $\text{CaOCO}^2 + \text{CaOHO}$ und nach sehr langer Zeit in CaOCO^2 übergeht und damit immer fester und härter wird. — Das Kalkhydrat verliert erst in schwacher Glühhitze seinen Wassergehalt (Methode, Kalkerde fein zu zertheilen) und löst sich in 700 Theilen kalten Wassers, aber erst in 1200 Theilen siedenden auf, wesshalb auch die kalt bereitete Auflösung (Kalkwasser) beim Erhitzen sich

*) Calcium die metallische Grundlage der Kalkerde, neulateinisch calx Kalk.

trübt. Das Kalkwasser schmeckt laugenartig, färbt rothes Lackmuspapier blau, setzt, unter einer Glocke neben Schwefelsäure hingestellt, allmählig Krystalle von $\text{CaO} \cdot \text{HO}$ ab und überzieht sich an der Luft schnell mit einem Häutchen von $\text{CaO} \cdot \text{CO}^2$. Bittererdehaltige Kalkerde löscht sich nicht so schnell als reine, und gibt auch einen minder schlüpfrigen (fetten) Brei (magern Kalk), der sich aber im Uebrigen wie der aus reiner Kalkerde gewonnene verhält. Kalkerde, welche etwa 37% kiesel-saure Thonerde (Thon) einge-mengt enthält, saugt zwar Wasser ein, löscht sich aber nicht, sondern wird dadurch steinhart. Wenn man sie dagegen fein gepulvert mit Wasser zu Brei anrührt, so erhärtet sie damit an der Luft sehr schnell und häufig unter Rissigwerden, unter Wasser aber weit langsamer und mit minder starker Zusammenziehung zu einer steinähnlichen Masse. Es erzeugt sich nämlich hiebei auf Kosten der Kieselsäure des Thons ein wasserhaltiges Kalkthonerdesilicat, welches das übrige Kalkhydrat durch Wasser unangreifbar einhüllt, ein Vorgang, bei welchem der geringe Alkaligehalt des Thons durch Uebertragung der Kieselsäure von Thon auf den Kalk eine wichtige Rolle zu spielen scheint. Hierauf gründet sich die Anwendung thonhaltiger Kalkerde zur Bereitung des Wassermörtels (Cements*), hydraulischen Kalkes).

Die Darstellung der Kalkerde geschieht im Kleinen wie im Grossen mit der kohlen-sauren Kalkerde, die im reinsten Zustande den weissen krystallinisch-körnigen Marmor, im unreinen die gewöhnlichen Kalksteine bildet.

Reine Kalkerde erhält man durch heftiges Glühen von weissem Marmor in einem Tiegel, wobei das Entweichen der Kohlensäure niemals vollständig erfolgt, weil die in dem Tiegel vorhandene Atmosphäre von Kohlensäure dem gänzlichen Fortgehen der letzten Kohlensäuremengen hinderlich ist. Man muss daher nach dem Brennen den gewonnenen Kalk löschen, und das unreine Kalkhydrat noch einmal glühen, wodurch auch der letzte Rest von Kohlensäure in den Wasserdämpfen davongeht.

*) Cement oder caementum, eigentlich caedimentum unbehauene Bruchsteine von caedere behauen; hier ein Bindemittel, Mörtel, Mauerkitt.

Die Kalkerde (gebrannter Kalk) wird sehr vielfältig in der Chemie und Technik angewendet; sie dient zur Bereitung der Aetzlaugen und des Ammoniaks, zur Darstellung des Chlorkalkes, zum Entwässern des Weingeistes, zur Mörtelbereitung, Reinigung des Steinkohlengases, in der Gerberei, Zuckerfabrikation u. s. w.; besonders reiner, fein zertheilter Kalk wird als Putzpulver für Metalle benützt, mit Eiweiss oder Leim gemengt, als schnell erhärtender Kitt verwendet.

Die Sauerstoff- und Haloïdsalze des Calciums sind wie die des Bariums und Strontiums, theils in Wasser löslich, theils unlöslich. Die auflöslichen werden in verdünnten Auflösungen von Schwefelsäure gar nicht, in concentrirten aber voluminös gefällt, selbst in den verdünntesten Auflösungen der Calciumsalze gibt oxalsaures Ammoniak noch eine Trübung, die nur durch Zusatz stärkerer Säuren verschwindet.

Kohlensaure Kalkerde = CaOCO_2 kommt in zwei dimorphen Mineralien vor, nämlich krystallisch als Kalkspath, ausserdem blätterig-körnig, dicht und erdig als Marmor*), Kalkstein (meist thonhaltig), Kreide**) (kieselsäurehaltig) und Kalktuff***) sehr häufig und verbreitet. Auch die Substanz der Eier- und der Muschelschalen ist hauptsächlich kohlensaurer Kalk. Künstlich dargestellte kohlensaure Kalkerde ist ein weisses Pulver; in der Rothglühhitze beim Zutritt anderer Luftarten verliert die kohlensaure Kalkerde die Kohlensäure. Sie ist in reinem Wasser fast unlöslich, nicht aber in kohlensäurehaltigem, woraus sie sich beim Verdunsten durch Luftwärme oder Siedhitze absetzt. Eine Auflösung von kohlensaurer Kalkerde in kohlensäurehaltigem Wasser wird durch Kalkwasser von der Kalkerde befreit; dieses Mittel gebraucht man bei dem Speisewasser der Dampfkessel.

Ausser der mannigfachen mechanischen Anwendung des Marmors und der Kalksteine wird die Kreide als Neutralisationsmittel, als Farbstoff, zur Kohlensäureentwicklung, zum Kitt und zum Glase, der

*) Marmor oder marmora von *μάρμαρ*.

**) Kreide creta, von der Insel Creta benannt.

***) Tuff, tophus oder tofus, *τόφος* eine lockere Steinart.

Kalktuff zur Sodabereitung und alle Varietäten des Kalksteins zum Kalkbrennen gebraucht.

Der schwefelsaure Kalk = $\text{CaO} \cdot \text{SO}^3$ kommt im wasserfreien Zustande als Anhydrit*) und mit $2\text{H}_2\text{O}$ in faserigen, körnigen und dichten Massen als Gyps**) (Marienglas, Atlasstein, Alabaster***) im Mineralreiche vor. In starker Glühhitze schmilzt der Gyps ohne weitere Zersetzung zu einer weissen, krystallinischen Masse; bei $+110^\circ \text{C.}$ verliert er nämlich $\frac{3}{4}$ seines Wassergehaltes (etwa 15%), den Rest aber erst gegen 300°C. (gebrannten Gyps). Gelinde gebrannter Gyps nimmt, mit einer grossen Menge Wassers zusammengerührt, das Krystallwasser auf und umschliesst das übrige, so dass das Ganze zu einer anfänglich weichen, allmählig durch Verdunstung des überschüssigen Wassers erhärtenden Masse gesteht, welche den wasserhaltigen Gyps in mehr oder weniger porösem Zustande hinterlässt. Desshalb gebraucht man den Gyps zum Mörtel, Stuck (Gypsmarmor), zum Giessen (Gypsfiguren) und zur Herstellung von Formen für die Geschirrfabrikation u. s. w., ausserdem findet er in ungebranntem Zustande in der Landwirthschaft als Düngemittel Anwendung.

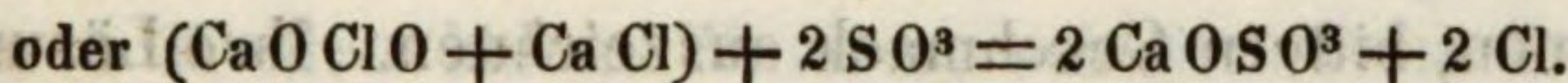
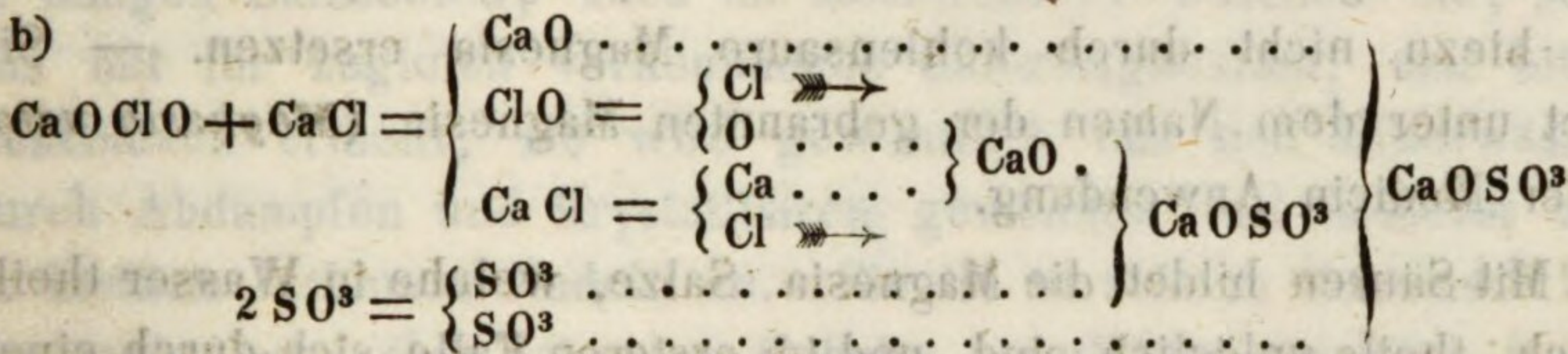
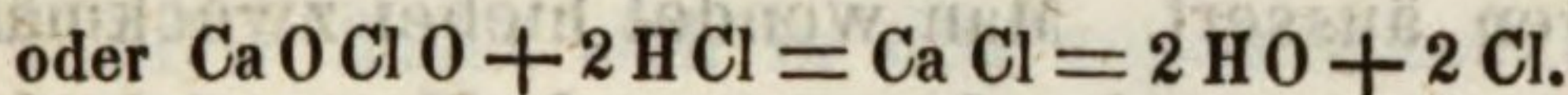
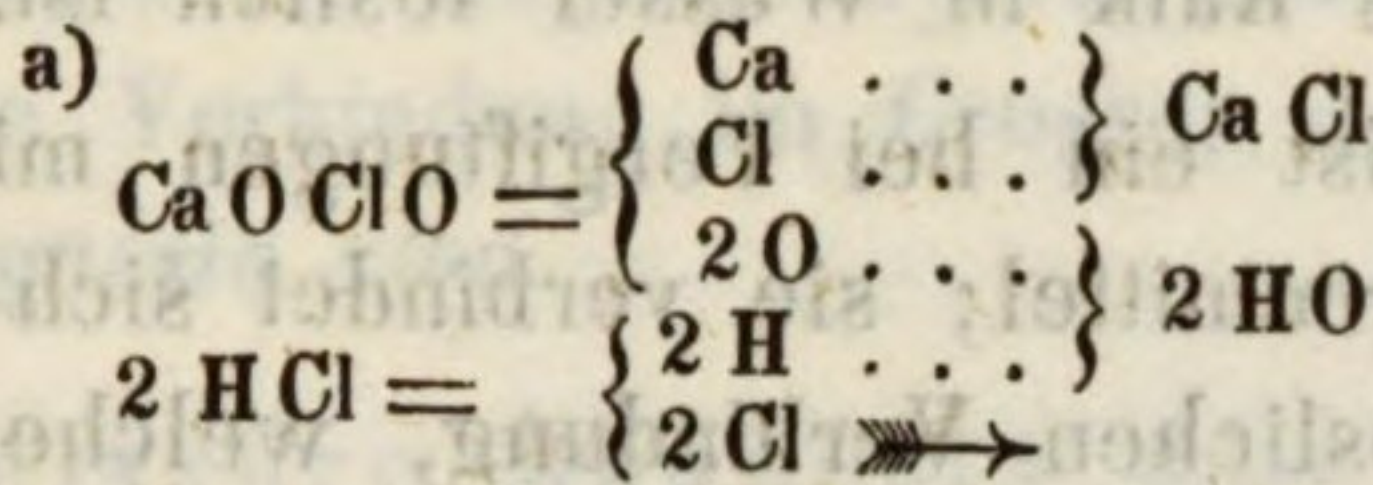
Phosphorsaurer Kalk = $3\text{CaO} \cdot \text{P}^5\text{O}^5$, findet sich in dem Mineral Apatit (mit CaF) und in den Knochen; ist unlöslich in H_2O , aber löslich in selbst schwachen Säuren. Benützung als Dünger und zur Gewinnung des Phosphors.

Unterchlorigsaure Kalkerde = $\text{CaO} \cdot \text{ClO}$ gibt, mit Chlorcalcium gemengt, den als Bleichmittel benützten Chlorkalk. Es ist diess eine weisse, nach unterchloriger Säure riechende, wegen des Chlorcalciumgehaltes an der Luft feucht werdende Masse, die sich theilweise in Wasser löst, Lackmuspapier anfänglich bläut, dann aber bleicht. Mit Salzsäure zusammengebracht, zersetzt sich die unterchlorigsaure Kalkerde in Chlorcalcium und Chlorgas, mit Sauerstoffsäuren entweicht eben so viel Chlor:

*) Von *ἀνυδρος* (wasserlos).

**) *γύψος* gypsum Gyps.

***) *ἀλάβαστρος* Alabaster, schimmern, glänzen.

Formel:

Der Chlorkalk wird zum Bleichen, in der Kattundruckerei als Aetzmittel (Weissbeize), zum Luftreinigen und Desinficiren gebraucht.

XI. Magnesium. Mg.

Das Magnesium kommt als Oxyd (Bittererde), mit Kohlensäure, Kieselsäure, Borsäure und Phosphorsäure verbunden, in vielen Mineralien; mit Schwefelsäure und als Metall, mit Chlor und Brom verbunden, im Meer- und Soolquellenwasser vor und bildet auch einen, wenn gleich untergeordneten Bestandtheil der Pflanzen und Thiere. Auf electrolytischem Wege erhalten, ist es ein silberweisses Metall, welches kaltes H O nur langsam zersetzt.

Die Bittererde (Magnesia) = Mg O ist gewöhnlich ein weisses, geruch- und geschmackloses, unschmelzbares Pulver, das sich äusserst wenig in Wasser löst, nur schwach auf rothes Lackmuspapier bläuend und gar nicht ätzend wirkt. Mit Wasser verbindet sie sich langsam zu einem weissen, kleisterigen Hydrate = Mg O . H O, ohne sich jedoch zu erhitzen, und zieht auch allmählig Kohlensäure aus der Luft an. Sie ist die Basis der Bittererdesalze. Man stellt sie dar durch gelindes Glühen der kohlensauren Bittererde

oder durch Glühen von salpetersaurer Magnesia. — Die Magnesia wird durch Kalk aus ihren Salzen gefüllt, hauptsächlich wohl, weil sie weniger als Kalk in Wasser löslich ist.

Die Magnesia ist ein bei Vergiftungen mit arseniger Säure sehr wirksames Gegenmittel; sie verbindet sich mit der arsenigen Säure zu einer unlöslichen Verbindung, welche weiter keine giftigen Wirkungen äussert. Man wendet hiebei zweckmässig schwach geglühte Magnesia an, oder besser noch Magnesiahydrat; sie lässt sich hiezu nicht durch kohlensaure Magnesia ersetzen. — Sie findet unter dem Namen der gebrannten Magnesia (*Magnesia usta*) in der Medicin Anwendung.

Mit Säuren bildet die Magnesia Salze, welche in Wasser theils löslich, theils unlöslich sind, und im ersteren Falle sich durch einen unangenehmen, bitteren Geschmack auszeichnen. Ihre Lösungen werden durch ätzende und kohlensaure Alkalien in weissen Flocken gefällt. — Im festen Zustande mit einer Lösung von salpetersaurem Kobaltoxydul befeuchtet und vor dem Löthrohre geglüht, nehmen sie eine blass rosenrothe Farbe an.

Wird der Auflösung von Chlormagnesium in Salzsäure Chlorkalium zugesetzt, so bildet sich das Doppelsalz, bestehend aus Chlorkalium mit Chlormagnesium, welches sehr leicht schmelzbar ist und zur Darstellung des Magnesium-Metalls, mittelst der galvanischen Säule, verwendet wird. Das Magnesium auf diese Weise dargestellt, verbrennt nicht wie das Kalium an der Luft; dagegen kann das Magnesiumoxyd, zum Unterschiede von dem Kaliumoxyd, nicht durch Kohle reducirt werden; in so ferne hat auch das Magnesium eine grössere Verwandtschaft zum Sauerstoffe als das Kalium; daher ist ein Unterschied zwischen Verbrennlichkeit und Verwandtschaft.

Die kohlensaure Magnesia kommt in der Natur am häufigsten in compacten Massen vor; sie findet sich ferner mit kohlensaurem Kalk zusammen, da sie mit demselben isomorph ist; — fast alle Kalksteine enthalten eine gewisse Menge von Magnesia.

Eine Auflösung von kohlensaurem Kali bringt in der Lösung der Magnesiasalze einen weissen gallertartigen Niederschlag hervor,

welcher ausser Magnesia und Kohlensäure auch Wasser enthält, und zwar in dem Verhältniss, dass er als eine Verbindung von kohlensaurer Magnesia mit Magnesiahydrat betrachtet werden kann. — Man stellt diese Verbindung im Grossen dar und nennt sie in den Apotheken *Magnesia alba*.

Die schwefelsaure Magnesia oder das Bittersalz*) = $\text{MgOSO}^3 + 7\text{HO}$ findet sich in den sogenannten Bitterwässern, in einigen Salzsoolen, auch im Meerwasser, welchem sie, sowie das mit ihr zugleich vorkommende Chlormagnesium, den bitteren Geschmack ertheilt; sie wird gewöhnlich aus den Bitterwässern durch Abdampfen und Krystallisiren gewonnen und schiesst dann in kleinen farblosen Nadeln an. Sie ist in reinem Zustande luftbeständig, wird aber bei einem Gehalte von Chlormagnesium feucht, löst sich in 2 Theilen kalten Wassers, schmilzt beim Erwärmen in ihrem eigenen Krystallwasser und hinterlässt das wasserfreie Salz als Pulver, das sich, mit Wasser befeuchtet, bis zum Glühen erhitzt. Man gebraucht sie als Arzneimittel und zur Darstellung der weissen Magnesia.

XII. Aluminium. Al.

Das Aluminium findet sich als Thonerde, besonders mit Kieselsäure verbunden, in den verbreitetsten Mineralien und Gebirgsarten. Die Darstellung geschieht aus dem Kryolith ($\text{Al}^2\text{F}^3 + 3\text{NaF}$) oder Chloraluminium durch Glühen mit Natrium. — Es ist ein zinnweisses, glänzendes Metall; specifisches Gewicht = 2,9, ist härter als Zinn, lässt sich hämmern und walzen, oxydirt sich erst in starker Glühhitze und zersetzt den Wasserdampf erst in hoher Temperatur. Verdünnte Schwefel- oder Salzsäure lösen es unter Wasserstoffentwicklung; es bildet Legirungen, welche wie das Metall selbst verarbeitet werden können.

Das Aluminium bildet in Verbindung mit dem Sauerstoff die Thon- oder Alaunerde = Al^2O^3 , und diese findet sich in der

*) Wegen seines Geschmacks.

Natur rein als Corund*), von welchem der Saphir**), der Rubin, der Diamantspath***) und der Schmirgel†) Abänderungen darstellen.

Die natürliche Thonerde krytallisirt in Rhomboëdern und ist nach dem Diamanten der härteste Körper; die künstlich bereitete ist ein weisses, geruch- und geschmackloses Pulver, das nur im Knallgasgebläse schmilzt, in Wasser ganz unlöslich ist und selbst von starken Säuren erst nach längerer Digestion aufgelöst wird. Aus diesen Auflösungen schlägt überschüssiges Ammoniak ein Thonerdehydrat nieder, das im feuchten Zustande gallertartig erscheint und sich sowohl in Säuren als in Aetzkali leicht auflösen lässt.

Mit Säuren bildet die Thonerde eigenthümliche Salze, welche in Wasser theils löslich, theils unlöslich sind. Die löslichen besitzen einen süsslich zusammenziehenden Geschmack und röthen Lackmus, Schwefelwasserstoffammoniak, sowie kohlensaure und ätzende Alkalien, fällen aus ihren Lösungen gallertartiges Thonerdehydrat, das in einem Ueberschusse von Aetzkali oder Aetznatron wieder aufgelöst wird.

Mit salpetersaurem Kobaltoxydul befeuchtet und vor dem Löthrohre geglüht, erhalten alle Thonerdesalze eine schön blaue Farbe. In der Natur finden sich auch einige Verbindungen, in welchen die Thonerde gegen andere Basen sich electro-negativ verhält, z. B. der Spinell = $MgO + Al^2O^3$.

Durch Erhitzen des Thonerdehydrats erhält man die Thonerde als feste compacte Masse; wenn man dagegen erstere aus Salzen darstellt, welche in der Hitze ihre Säure verlieren, so erhält man sie als mediablen Pulver. — Die Thonerde löst sich in Säuren, ohne

*) Corund, ein indischer Name, unter welchem Graf Bournon die werthvollsten Edelsteine (die orientalischen der Juweliere) vereinigte.

**) Saphir oder Sapphir, *σάπφειρος*, im Arabischen Safir, nach der Insel Saphar in Arabien benannt.

***) Von Dr. Lind zuerst adamantine spar genannt, daher Diamantspath, das wichtigste Schleifpulver für Edelsteine.

†) Vom Italienischen smeriglio und diess von der griechischen Benennung *σμίρις*, smyris, vielleicht von der Stadt Smyrna.

sie je zu neutralisiren, ja selbst nicht einmal die schwächsten Säuren. Sie löst sich in Kali oder Natronlauge, weniger in Ammoniak. Mit Farbstoffen verbindet sie sich auf ähnliche Weise wie die Kohlen, daher sie auch als sogenannte Alaunbeize Anwendung findet, zu welchem Zwecke man Alaun, d. i. ein schwefelsaures Doppelsalz, mit essigsaurem Bleioxyd in Berührung bringt, wobei essigsaure Thonerde und schwefelsaures Bleioxyd entsteht, welches letzteres sich als unlöslich ausscheidet. Das Beizen eines Stoffes besteht darin, dass man denselben in die als Beize angewandte Flüssigkeit bringt und erhitzt, worauf sich auf demselben Thonerdehydrat niederschlägt und die weitere Aufnahme des Farbstoffes befähigt. — Wenn man essigsaure Thonerde 6 bis 8 Stunden in siedendes Wasser stellt, so zeigt die Flüssigkeit einen rein sauren Geschmack; die Essigsäure trennt sich, wird frei und verflüchtigt sich beim Erhitzen; die auf diese Weise erhaltene Thonerde ist in Wasser löslich und verbindet sich nicht mehr mit Säuren; nur durch längeres Kochen mit concentrirter Schwefelsäure löst sie sich und erlangt wieder ihre früheren Eigenschaften.

Der Alaun^{*)} ist ein Doppelsalz, welches aus schwefelsaurem Kali, schwefelsaurer Thonerde und Wasser besteht $= \text{KOSO}^3 + \text{Al}^2\text{O}^3 3\text{SO}^3 + 24\text{HO}$. Er findet sich in der Natur zuweilen ausgewittert auf Thon und Alaunschiefer, im Krater der Vulkane u. s. w., wird aber gewöhnlich aus dem Alaunstein, welcher vorzüglich bei Tolfa im Kirchenstaate gefunden und verarbeitet wird, und der neben den angegebenen Bestandtheilen des Alauns noch 2 Aequivalente Thonerde mehr enthält, gewonnen; dieser liefert durch Rösten, Auslaugen mit Wasser und Krystallisiren den römischen Alaun, der von mechanisch beigemengtem Eisenoxyd röthlich erscheint. — Der im Wasser aufgelöste Alaun, während seiner Krystallisation durch fleissiges Umrühren gestört, erscheint als körniges Pulver, d. i. das sogenannte Alaunmehl.

Der Alaun krystallisirt in farblosen, regelmässigen Octaëdern,

^{*)} Alaun, von alumen und diess entweder von $\alpha\lambda\varsigma$, $\alpha\lambda\mu\eta$ Salz, salzige Eigenschaft, oder von seiner Eigenschaft, in der Färberei die Farben zu erhöhen (a lumine).

schmeckt süsslich-zusammenziehend, ist luftbeständig und in 18 Theilen kalten und $\frac{3}{4}$ Theilen heissen Wassers löslich. Bei gelindem Erhitzen schmilzt er unter dem Verluste seines Krystallwassers zu einer aufgeschwollenen porösen Masse, die gebrannter Alaun (*Alumen ustum*) genannt wird; bei anhaltendem, starken Glühen geht schwefelige Säure und Sauerstoff fort, während schwefelsaures Kali und Thonerde zurückbleiben. Man gebraucht den Alaun als Beizmittel in der Färberei und Kattundruckerei, zur Gewinnung des Thonerdehydrats und der essigsäuren Thonerde, welche gleichfalls als Beizmittel dienen; zur Bereitung von Lackfarben, in der Weissgerberei, Papierfabrikation, der Medicin u. s. w.

Im Alaun kann ohne Aenderung der Krystallform das Kali ersetzt werden durch Natron oder Ammoniak. Der Natronalaun verwittert.

Die Verbindungen der Thonerde mit der Kieselerde bilden einen Bestandtheil vieler Mineralien, z. B. des Feldspaths*) ($= \text{Al}^2\text{O}^3 \cdot 3\text{SiO}^3 + \text{KO SiO}^3$) Glimmer u. a.

Aus der Verwitterung thonerdehaltiger Gesteine entsteht der Thon**) ($= \text{Al}^2\text{O}^3 \cdot 3\text{SiO}^3 + 2\text{HO}$), der meist verunreinigt ist mit Alkalien, Kalk, Eisenoxyd, Sand u. s. w.

Man unterscheidet darnach verschiedene Thone: der reinste heisst Kaolin***) oder Porzellanerde, der unreine gelbrothe Lehm oder Letten, kalkhaltiger wird Mergel†) genannt.

Der Thon ist eine erdige Masse, unlöslich in Wasser, saugt es aber begierig auf (Kleben auf der Zunge) und bildet damit einen mehr oder weniger plastischen Teig; schwindet stark beim Trocknen und Glühen (Brennen); erweicht nach dem Glühen nicht mehr in Wasser. Eigenthümlicher Geruch beim Anhauchen. Er ist in reinem

*) Feldspath, von seinem blättrigen und spathigen Gefüge und weil er in Granitgeschieben häufig auf Feldern vorkommt.

**) Thon verwandt mit dem altdeutschen dehnen.

***) Kaolin oder Porzellanerde, nach der chinesischen Halbinsel Kaoli (Korea) benannt.

†) Mergel oder Märgel bei den alten Galliern nach Plinius Angabe Marga genannt.

Zustande unschmelzbar, im unreinen bildet er beim heftigen Glühen ein Glas.

Thon saugt Farbstoffe, Fette, Ammoniak und andere Stoffe, besonders Gase in sich auf, daher seine Anwendung in den Tuchfabriken, daher sein Nutzen in der Ackererde.

Zur Darstellung der gebrannten Thonwaaren hat man, je nach der Feinheit der Waare, verschiedene Wege einzuschlagen.

Der gereinigte Thon wird im feuchten Zustand geformt, theils aus freier Hand auf der Drehscheibe, theils in Formen von Holz oder Gyps; mitunter vereinigt man beides.

Die Glasur wird vor oder nach dem Brennen aufgetragen; im letzteren Falle wird das Brennen wiederholt, was bei gemaltem Porzellan oft mehrmals noch geschieht.

Die Ziegeln werden aus unreinem Thon oder Lehm gemacht, welcher u. a. Sand und Eisenoxyd enthält. Letzteres gibt die rothe Farbe nach dem Brennen. Sie sind porös. Den gemeinen Töpferwaaren gibt man eine Glasur aus Bleiglätte und Sand, welche in der Hitze leicht schmilzt.

Das Steinzeug wird aus reinem, wenig gefärbtem Thon gefertigt, welcher in der Glühhitze schwach sintert und daher nicht porös ist. Die Oberfläche wird glasirt mit Kochsalz.

Das Porzellan*) erfordert am meisten Sorgfalt, da die Kaolinmasse wenig plastisch ist und nach dem Brennen eine weisse Farbe haben muss.

Geschichtliches. Porzellan erhielten die Europäer erst gegen Ende des 15. Jahrhunderts von den Chinesen, welche dasselbe aus Kaolin und Petuntse**) (verwittertem Feldspath aus Granit) bereiten, durch die Portugiesen als grosse Kostbarkeit, bis es 1706 von dem Apotheker Böttcher beim Goldmachen auf der Festung Königstein aus der zu Aue gefundenen Porzellanerde nachentdeckt wurde und zwar Anfangs nur von rothbrauner Farbe; 1709 wurde das erste weisse Porzellan gemacht und 1710 die Fabrik in Meissen angelegt, welche ihren Thon von Aue bezieht, wo derselbe im Granit lagert.

*) Porcelle im Italienischen die Porzellanschnecke; wegen der Aehnlichkeit des Glanzes der Glasur.

**) Chinesischer Name für den verwitterten Feldspath, welchen die Chinesen zur Bereitung des Porzellans gebrauchen.

Das feinere Steingut und Porzellan ertragen Temperaturwechsel sehr gut und werden von den meisten Säuren nicht angegriffen.

XIII. Glycium (Beryllium). Be.

Dieses Metall findet sich als ein Bestandtheil mehrerer, wenig verbreiteter Mineralien, z. B. Smaragd und Beryll enthalten die Beryllerde*) = Be^2O^3 , die der Thonerde sehr ähnlich ist.

XIV. Zirkonium**). Zr.

Das Oxyd des Zirkoniums findet sich in Verbindung mit Kieselsäure in dem Zirkon genannten Mineral: $\text{Zr}^2\text{O}^3 \cdot \text{SiO}^3$. Der Zirkon, welcher besonders schön auf Ceylon, sowie im Ilmengebirge und im südlichen Theil von Norwegen vorkommt, krystallisirt in quadratischen Säulen. Der rothgefärbte Edelstein, Hyacinth, ist wesentlich identisch mit Zirkon.

XV—XIX. Yttrium, Erbium, Terbium, Thorium, Cerium, Lanthan und Didym.

Nur in kleiner Menge Bestandtheile einiger seltener Mineralien. Ihre Oxyde sind nach der Formel MO zusammengesetzt und werden sämmtlich durch Schwefelammonium als Oxydhydrat gefällt. Cerium bildet als Ausnahme von den übrigen mit O : CeO , Ceroxydul und Ce^2O^3 , Ceroxyd.

*) Die Glycinerde wurde 1797 von Vauquelin entdeckt.

**) Wurde 1789 von Klaproth entdeckt.

Dritte Abtheilung.**Schwere Metalle und ihre Verbindungen.****I. Eisen. Ferrum. Fe.**

Das Eisen kommt in der Natur nur äusserst selten gediegen, in den sogenannten Aërolithen*) (Meteorsteinen**) vor; um so häufiger findet es sich in oxydirtem und geschwefeltem Zustande durch alle Gebirgsformationen über die ganze Erde verbreitet. Die wichtigsten Erze, aus welchen dasselbe mit Vortheil abgeschieden werden kann, sind der Magneteisenstein***) (Eisenoxyduloxyd), der Rotheisenstein (Eisenoxyd), der Brauneisenstein (Eisenoxydhydrat) und der Spatheisenstein (kohlensaures Eisenoxydul). Weniger geeignet sind der Raseneisenstein wegen seines Gehaltes an Phosphorsäure und die Verbindungen des Schwefels mit dem Eisen, indem die Reduction der letzteren sehr schwierig ist und schon ein geringer Gehalt von Phosphor oder Schwefel dem daraus gewonnenen Eisen sehr nachtheilige Eigenschaften ertheilen würde.

Darstellung: Völlig rein erhält man das Eisen durch Glühen von Eisenoxyd in Wasserstoffgas. Das im Grossen, mit Hülfe von Kohle, aus seinen Erzen erschmolzene enthält stets Kohle, oft Schwefel, Phosphor, Silicium und andere Metalle.

*) *αήρ* Luft, und *λίθος* Stein; also Luftstein, Meteorstein.

**) *μετ-έωρος* in der Luft schwebend (*μετά* und *έώρα* die Schweben); Meteor, eine Lufterscheinung.

***) *μάγνης* Magnetstein, Magnet; magnetisch oder die Eigenschaft des Magnetismus habend.

Die Erze sind fast stets gemischt mit Kalk, Thon oder anderen Gebirgsarten, auch sind ihnen Schwefel- und Arsenverbindungen nicht selten beigegeben. Nach dem Zerkleinern entfernt man letztere Stoffe durch Rösten, man gattirt sie so, dass reichere und ärmere Erze, sowie Erze mit verschiedener Bergart gemeinsam verarbeitet werden, und mischt sie mit den Zuschlägen, welche mit der Bergart ein Glas bilden müssen — die Schlacke.

In Schichten gibt man abwechselnde Lagen Kohle (Holzkohle oder Coaks) und Erz nebst Zuschlag von oben durch die Gicht in den Hochofen, in dessen unterem Theile die durch das Gebläse angefachte Verbrennung einen sehr hohen Hitzgrad hervorbringt. Die dabei entstehenden Gase (viel CO) reduciren das Eisen in den mittleren Schichten des Ofens. Herabsinkend schmilzt es mit Kohlenstoff zusammen zum Roheisen. Die zugleich entstehende Schlacke schützt das Eisen vor Oxydation.

Das Eisen ist wegen seiner zahlreichen Anwendung das wichtigste aller Metalle. Man verwendet es in drei verschiedenen Zuständen:

- 1) als Schmiedeeisen,
- 2) als Stahl,
- 3) als Gusseisen.

Das Roh- oder Gusseisen enthält 3—6 % Kohlenstoff (P, Si, Al, Mn, S), ist bei weniger hohem Schmelzpunkt hart und spröde, daher nur zu Gusswaaren verwendbar. Es rostet schwerer als Stabeisen; Schwefel- und Salzsäure entwickeln übelriechenden Wasserstoff aus demselben. Man unterscheidet weiches graues Roheisen und härteres weisses Roheisen. Letzteres wird beim langsamen Abkühlen weicher und weniger spröde.

Das Stabeisen erhält man dadurch, dass das Roheisen vor einem Gebläse auf dem Frischherde oder in Puddelöfen geschmolzen wird, wo unter fortwährendem Umarbeiten ein Theil des Eisens mit dem grössten Theil der Kohle und den andern Verunreinigungen sich oxydirt. Die entstehenden Oxyde bilden mit der Kieselsäure des gleichzeitig zugegebenen Sandes ein Glas, die Frischschlacke. Das vom grössten Theil des Kohlenstoffs befreite Eisen wird sehr

strengflüssig und muss unter dem Hammer weiter bearbeitet werden.

Das Stabeisen enthält $\frac{1}{2}\%$ Kohlenstoff, ist ein sehr geschmeidiges Metall, das man zum feinsten Draht ausziehen, weniger leicht zu dünnen Platten schlagen kann; längere Zeit heftigen Stößen ausgesetzt, wird der Bruch körnig und das Eisen bricht dann leicht.

Stahl steht im Kohlenstoffgehalt zwischen beiden, feinkörnig. Beim raschen Abkühlen sehr hart, spröde, elastisch, — bei allmähligem Abkühlen weich und geschmeidig, lässt sich schmieden und schweissen. Läuft beim Erhitzen farbig an (wird erst gelb, dann violett und blau) und verliert dabei von seiner Sprödigkeit. Schmilzt leichter als Stabeisen, schwerer als Roheisen.

Wird erhalten aus manchem Roheisen durch Frischen (Rohstahl), aus Stabeisen durch Glühen zwischen Kohlen (Cementstahl).

Durch Zusammenschmelzen des letzteren entsteht der Gussstahl. Einen Ueberzug von Stahl kann man dem Stabeisen geben, wenn man es mit Blutlaugensalz im glühenden Zustande bestreut.

In dem reinsten Zustande, dem also das gewöhnliche Stabeisen mehr oder weniger nahe steht, hat das Eisen eine graulich-weiße Farbe, ein körniges oder durch das Schmieden hackiges Gefüge, ein specifisches Gewicht = 7,6 bis 7,8 und ist das zäheste und härteste aller Metalle. Bei der Rothglühhitze wird es weich und dehnbar, was sich bei beginnender Weissglühhitze bis zu dem Grade steigert, dass zwei Stücke durch Zusammenhämmern verbunden oder zusammengeschweisst werden können. Erst bei anhaltender heftiger Weissglühhitze fängt es an, zu schmelzen und bedeckt sich dann mit schwarzem Eisenoxyduloxyd (Hammer-schlag). Glühend in kaltem Wasser abgelöscht, wird es weder härter noch weicher. An trockener und kalter Luft bleibt es unverändert, an feuchter läuft es an und bedeckt sich zuletzt mit Rost, d. i. Eisenoxydhydrat, indem es aus der Atmosphäre Sauerstoff und Wasser aufnimmt. Verdünnte Säuren, z. B. Schwefelsäure, Salzsäure, Salpetersäure u. s. w., lösen es unter Entwicklung von Wasserstoff auf, wobei sich dann immer ein Eisenoxydulsalz bildet.

Das Eisen ist das unentbehrlichste aller Metalle, der Hebel für Künste und Gewerbe. Eisen spielt bei allen technischen und mechanischen Arbeiten eine Hauptrolle und übt durch seinen weit ausgedehnten Gebrauch gleichsam eine Art Weltherrschaft aus. Der Eisenverbrauch ist ein sicherer Gradmesser für industrielle Bildung und Nationalreichthum eines Volkes. Wo viel Eisen verbraucht wird, finden wir hohe Blüthe der Industrie und des Handels, starke Bevölkerung und Wohlstand. Europa's jährliche Eisenproduction gibt man auf 90 Millionen Centner an, von denen auf Grossbritannien die Hälfte fällt.

Eisen, Kobalt und Nickel sind die einzigen bei gewöhnlicher Temperatur stark magnetischen Metalle.

Ein geringer Gehalt an Schwefel oder Phosphor verändert das Eisen in seinen Eigenschaften wesentlich, — ersterer macht dasselbe warm-, letzterer kaltbrüchig, d. h. es ist in dem einen Falle nicht in der Wärme, in dem andern nicht in der Kälte hämmerbar und biegsam.

Verbindungen des Eisens mit dem Sauerstoffe.

Man kennt drei Verbindungen des Eisens mit dem Sauerstoffe:

- 1) das Eisenoxydul = FeO , eine starke, mit vielen Oxyden von der allgemeinen Formel RO ($\text{R} = \text{Radical}$) isomorphe Basis;
- 2) das Eisenoxyd = Fe^2O^3 , eine schwache, mit der Alaunerde und den anderen Oxyden von der Formel R^2O^3 isomorphe Basis, und
- 3) die Eisensäure = FeO^3 , welche der Mangansäure entspricht.

Eine vierte Verbindung von Eisen mit Sauerstoff hat die Formel Fe^3O^4 ; sie muss als eine Verbindung von Eisenoxyd mit Eisenoxydul = $\text{FeO} \cdot \text{Fe}^2\text{O}^3$ betrachtet werden.

Eisenoxydul. FeO .

Das Eisenoxydul konnte bis jetzt in ganz reinem Zustande noch nicht dargestellt werden. — Beim Erhitzen von oxalsaurem Eisenoxydul bei abgehaltener Luft erhält man ein Gemenge von Eisenoxydul und metallischem Eisen.

In der Lösung der Eisenoxydulsalze entsteht auf Zusatz von Kalilauge ein weisser Niederschlag von Eisenoxydulhydrat $= \text{FeO} + \text{HO}$, welcher sehr rasch unter Aufnahme von Sauerstoff aus der Luft eine grüne Färbung annimmt.

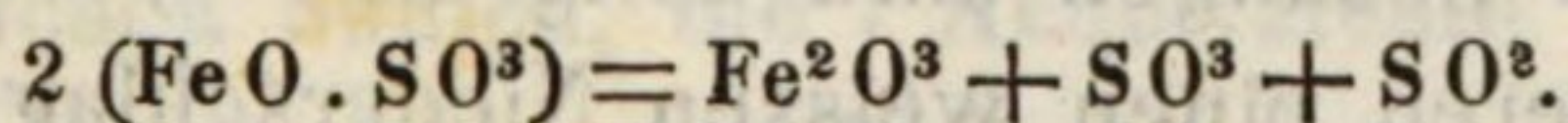
Das Eisenoxydul färbt die Glasflüsse dunkelgrün; das Glas unserer gewöhnlichen Flaschen verdankt diesem Oxyd seine Farbe.

Eisenoxyd. Fe^2O^3 .

Das Eisenoxyd kommt in der Natur sowohl für sich, als auch mit Wasser verbunden sehr häufig vor. — Das wasserfreie Eisenoxyd bildet metallisch glänzende, fast schwarze Krystalle. Die Mineralogen nennen es Eisenglanz.

Das Eisenoxyd findet sich auch im amorphen Zustande, und zwar in mächtigen Lagern, besitzt eine rothe Farbe und wird Rotheisenstein genannt.

Man stellt das Eisenoxyd künstlich durch Glühen von schwefelsaurem Eisenoxydul dar, wobei wasserfreie Schwefelsäure und schwefelige Säure entweichen und das Eisenoxyd als rothes Pulver hinterbleibt:

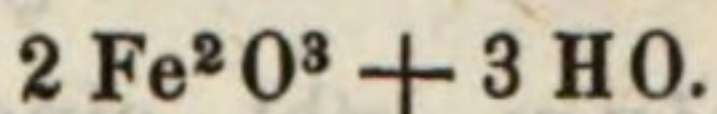


Das auf diese Weise dargestellte Eisenoxyd führt in den Gewerben den Namen *Colcothar* oder *Caput mortuum**). Es wird in der Oelmalerei, sowie zum Poliren von Silberwaaren oder von Spiegeln angewendet.

Eisenoxydhydrat.

Dieses wird erhalten durch Fällung einer Eisenoxydsalzlösung mit Kali oder Ammoniak als voluminöser rothbrauner Niederschlag.

Der Brauneisenstein ist ein Mineral von der Zusammensetzung:



Das Eisenoxyd färbt die Glasflüsse röthlich-gelb, aber weniger intensiv als Eisenoxydul.

*) *Caput mortuum* Tottenkopf wurden früher alle jene Rückstände und Abfälle genannt, welche man zu Nichts mehr verwenden konnte. Jetzt bezeichnet man damit lediglich obige Verbindung.

Eisenoxydoxydul. Fe^3O^4 .

In der Natur kommt diese Eisenverbindung in vollkommen ausgebildeten regelmässigen Oktaedern vor, welche starken Metallglanz besitzen und von den Mineralogen Magnet Eisenstein genannt werden.

Beim Verbrennen des Eisens in hoher Temperatur oder in Sauerstoffgas bildet sich stets dieses Oxyd.

Eisensäure. FeO^3 .

Die dritte Verbindung des Eisens mit dem Sauerstoffe besitzt saure Eigenschaften; beim Einleiten von Chlor in concentrirte Kalilauge, in welcher Eisenoxydhydrat vertheilt ist, entsteht eisensaures Kali, welches sich als schwarzes Pulver abscheidet.

Eisenoxydulsalze.

Die Eisenoxydulsalze sind im wasserhaltigen Zustande hellgrün gefärbt, werden aber fast ganz weiss, wenn sie das Wasser verlieren; auch ihre Lösungen sind hellgrün. — Kali oder Natron erzeugen in letzteren einen weissen Niederschlag, der an der Luft sich augenblicklich grün färbt, bei längerem Stehen aber sich in Eisenoxydhydrat verwandelt und rostfarbig wird.

Durch diese Reaction unterscheiden sich die Eisenoxydulsalze von den Manganoxydulsalzen, weil der in den letzteren durch ein Alkali bewirkte weisse Niederschlag an der Luft, ohne vorher grün zu werden, eine braune Farbe annimmt.

Schwefelwasserstoff fällt die Eisenoxydulsalze, wenn sie etwas freie Säure enthalten, nicht, aber mit Schwefelammonium geben sie einen schwarzen Niederschlag.

Das Ferrocyankalium gibt einen weissen, an der Luft unter Aufnahme von Sauerstoff schnell blau werdenden Niederschlag.

Ferridcyankalium erzeugt dagegen sogleich einen dunkelblauen Niederschlag.

Phosphorsaures Natron erzeugt ein weisses Präcipitat, das mit der Zeit blaugrünlich wird.

Arsensaures Kali gibt einen weissen, an der Luft grün werdenden Niederschlag.

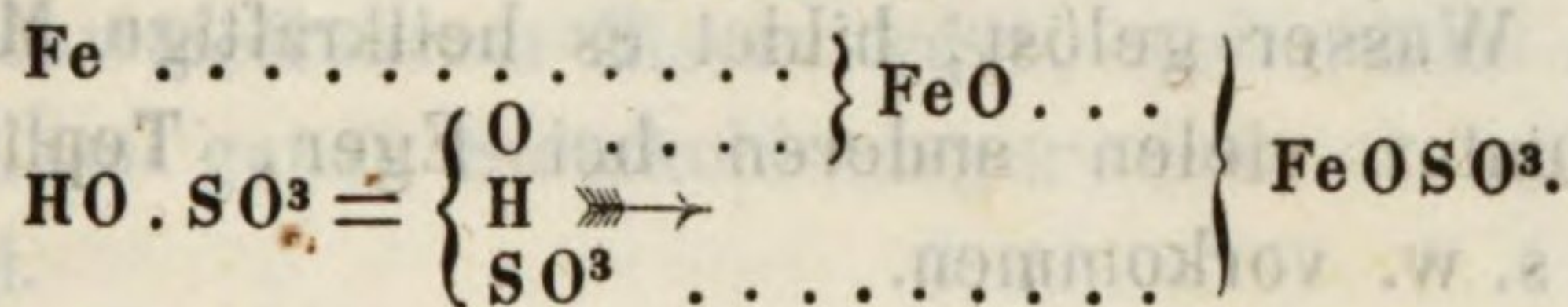
Gerbstofflösung fällt die Eisenoxydulsalze nicht, aber die Flüssigkeit schwärzt sich schnell an der Luft.

Schwefelsaures Eisenoxydul. $\text{FeO} \cdot \text{SO}^3 + \text{HO}$.

Dieses ist das wichtigste aller Eisenoxydulsalze; es wird in den Gewerben unter dem Namen Eisenvitriol oder grüner Vitriol häufig angewendet.

In den Laboratorien stellt man es durch Auflösen von Eisen in verdünnter Schwefelsäure dar, wobei Wasserstoffgas entweicht.

Formel:



In Fabriken bereitet man das Eisenvitriol seltener durch Auflösen von altem Eisen in Schwefelsäure, gewöhnlich wendet man dazu das natürlich vorkommende Schwefeleisen, den Eisenkies, an.

Das schwefelsaure Eisenoxydul krystallisirt in blassgelben, schiefen, rhombischen Säulen, die 7 Aequivalente Wasser enthalten, schmeckt tintenartig herbe, verwittert an der Luft, überzieht sich durch höhere Oxydation mit einer braungelben Rinde und ist in $1\frac{1}{2}$ Theil kalten und $\frac{1}{3}$ Theil kochenden Wassers löslich, aus welcher Lösung sich gleichfalls $\frac{1}{6}$ schwefelsaures Eisenoxyd absetzt. Bei gelindem Erhitzen schmilzt es in seinem eigenen Krystallwasser und zerfällt unter Verlust desselben zu einem weissen Pulver.

Man gebraucht den Eisenvitriol zur Darstellung der rauchenden Schwefelsäure, in der Färberei zum Schwarzfärben und zur Desoxydation des Indigo's, zur Bereitung der schwarzen Tinte und des Berliner Blau's, zum Schwärzen des Filzes und Leders, als Arzneimittel u. s. w.

Kohlensaures Eisenoxydul. FeOCO^2 .

Dieses Oxydul kommt in der Natur krystallisirt als Spath-eisenstein, mit Thon gemengt, im Sphärosiderit*), dann,

*) $\sigma\varphi\alpha\iota\rho\alpha$ Kugel und $\sigma\acute{\iota}\delta\eta\rho\omicron\varsigma$ Eisen, nach äusserer Gestalt und Bestandtheilen.

in kohlensäurehaltigem Wasser gelöst, in den sogenannten Stahlquellen vor, und kann künstlich durch Fällung einer Lösung von schwefelsaurem Eisenoxydul mit kohlensaurem Natron dargestellt werden. Bei Wässern, welche dasselbe vermöge eines Gehaltes an Kohlensäure gelöst enthalten, gibt sich diese allmähliche Oxydation durch ein lebhaftes Farbenspiel an der Oberfläche, welches an die Erscheinung beim Anlassen des Stahls erinnert, zu erkennen, und den Boden dieser Gewässer bedeckt dann gewöhnlich ein gelber Schlamm oder Ocker, der von dem entstandenen Eisenoxydhydrat herrührt. Als Spatheisenstein ist das kohlensaure Eisenoxydul eines der vorzüglichsten Erze zur Gewinnung von Rohstahl; in kohlensäurehaltigem Wasser gelöst, bildet es heilkräftige Mineralquellen, dergleichen unter vielen anderen bei Eger, Teplitz, Karlsbad, Marienbad u. s. w. vorkommen.

Eisenoxydsalze.

Man stellt diese Salze durch Auflösen von Eisenoxydhydrat in Säuren, oder durch Oxydation der Eisenoxydulsalze bei Gegenwart von Säuren dar.

Die neutralen Eisenoxydsalze sind grösstentheils farblos; in Wasser lösen sie sich mit gelber Farbe, die um so dunkler wird, je mehr sich die Lösung der Neutralität nähert.

Die fixen Alkalien und Ammoniak bringen in den Eisenoxydlösungen einen braunen Niederschlag von Eisenoxydhydrat hervor.

In gleicher Weise geben die kohlensauren Alkalien einen Niederschlag von Eisenoxydhydrat.

Schwefelwasserstoff bewirkt einen weissen, fein zertheilten Niederschlag von Schwefel.

Ferrocyankalium bringt einen schön blau gefärbten Niederschlag hervor.

Das Ferridcyankalium fällt Eisenoxydsalze nicht.

Gerbstofflösung bringt einen schwarzen Niederschlag hervor (Tinte).

Der Schwefel kann sich mit dem Eisen in mehrfachen Ver-

hältnissen vereinigen, worunter insbesondere das Einfachschwefeleisen und das Doppelschwefeleisen bemerkenswerth sind.

Das Einfachschwefeleisen = FeS kommt in der Natur meist in Verbindung mit anderen Schwefelmetallen, z. B. im Buntkupfererz, im Magnetkies u. s. w. vor, und kann künstlich durch Glühen von Eisenblech in Schwefeldampf, sowie durch Fällung eines Eisenoxydsalzes mit Schwefelwasserstoffammonium dargestellt werden. Auf erstere Weise bereitet, ist es eine graulich-gelbliche, metallisch glänzende, magnetische Masse; in letzterem Falle ein schwarzes Pulver. In verdünnten Säuren löst es sich vollständig unter Entbindung von Schwefelwasserstoffgas auf, in feuchter Luft oxydirt es sich zu schwefelsaurem Eisenoxydul, und erhitzt sich dabei so bedeutend, dass ganze Steinkohlenlager dadurch schon in Brand gerathen sind.

Das Doppelschwefeleisen = FeS^2 findet sich in der Natur als Schwefelkies*) in Würfeln, als Graueisenkies in geraden rhombischen Säulen krystallisirt, ist speisgelb, metallisch glänzend, hart, so dass es am Stahl Funken gibt, spröde und unmagnetisch. Verdünnte Säuren greifen dasselbe nicht an; an der Luft oxydirt es sich nur, wenn es, wie der Graueisenkies, Einfachschwefeleisen beigemengt enthält. Durch Glühen gibt es einen Theil seines Schwefels ab, und hinterlässt $6 \text{FeS} + \text{FeS}^2$. — Letzteres Product benützt man zur Darstellung des Schwefelwasserstoffgases, den Schwefelkies selbst aber zur Gewinnung des Schwefels, des Eisenvitriols und des Alauns.

Mit dem Cyan geht das Eisen zwei Verbindungen ein, und gibt damit Eisencyanür = FeCy , und Eisencyanid = Fe^2Cy^3 . Beide sind weniger im freien Zustande, als in ihren Verbindungen bekannt,

*) Kies oder Kyss, eine bergmännische Benennung, bei Agricola Kiskus, ursprünglich jeder harte Stein, sowie auch feinkörniger Sand; im Bergbau versteht man gewisse Verbindungen der Metalle mit Schwefel darunter, besonders den Schwefelkies (gelben Kies) und Arsenikkies (weisen Kies). Schwefelkies schlägt Feuer, wurde früher auch als Feuerstein benützt, und hiess desshalb auch schon bei Plinius pyrites ($\pi\rho\upsilon\iota\tau\eta\varsigma$ der Griechen, von $\pi\upsilon\rho$ Feuer); den krystallisirten Schwefelkies nannte man früher marcasit (im Persischen markaschista ein Kieselstein).

und unter diesen haben insbesondere das Ferrocyankalium oder das Blutlaugensalz, und das Ferrocyaneisen oder das Berlinerblau technische Wichtigkeit.

Ferrocyankalium. $2K + Cfy (+ 3 \text{ aqu.})$

Synonyme: gelbes Blutlaugensalz, gelbes, blausaures Kali, Kaliumeisencyanür.

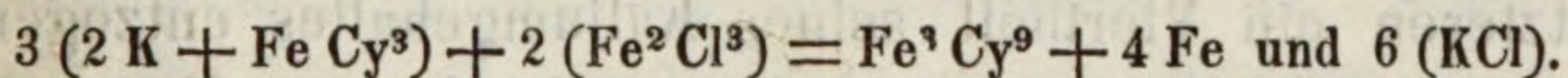
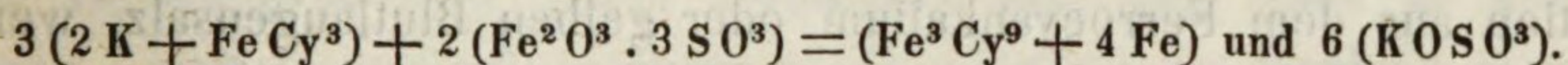
Dieses für die Technik zur Darstellung der Blausäure, der Ferrocyanmetalle und auch der Ferridcyanverbindungen wichtigste Salz kann auf sehr verschiedene Weise gewonnen werden, z. B. durch Sättigen von Eisenblausäure mit Kali, durch Digestion von Ferrocyaneisen mit Kali oder mit Cyankalium etc. Im Grossen aber wird es bereitet, indem man Blut, Abfälle von Häuten, Klauen, Haare etc. mit Pottasche und Eisenfeile in gusseisernen Kolben glüht, bis die Masse ruhig fliesst, dann dieselbe ausschöpft, mit Wasser wiederholt auszieht und dem Auszug Eisenfeile zufügt. Die rückständige Kohle ist die geschätzte Blutlaugenkohle. Die Lösung wird zur Krystallisation eingedampft, und das angeschossene Salz durch mehrmaliges Umkrystallisiren gereinigt. Nach Liebig enthält die durch Glühen von N-haltiger Materien, Pottasche und Eisen gewonnene, geschmolzene Masse kein Ferrocyankalium, da dieses in der Glühhitze zersetzt wird, sondern nur Cyankalium und metallisches Eisen; erst beim Behandeln mit Wasser bildet sich dann durch Einwirkung des Cyankaliums auf das Eisen das Blutlaugensalz. Im Kleinen kann man Blutlaugensalz aus dem Berlinerblau gewinnen, indem man dasselbe mit wässerigem Kali kocht. Das krystallisirte Blutlaugensalz enthält genau so viele Aequivalente Krystallwasser (3 Aequivalente), als hinreichen, um es als eine Verbindung von 2 Aequivalenten blausaurem Eisenoxydul betrachten zu lassen; aber es lässt sich auch ganz entwässern, wo es ein weisses Pulver darstellt. Mit 3 Aequ. Wasser krystallisirt es in grossen, blassgelben Krystallen, die weich, luftbeständig, ganz neutral und geruchlos sind, und salzig-bitterlich schmecken. Das Blutlaugensalz ist nicht giftig, schwer in Weingeist löslich. Durch oxydirende Einflüsse geht es in Ferridcyankalium über. Mit verdünnten O-Säuren erhitzt, liefert es Blausäure. Mit Eisenoxydsalzen

erzeugt es sogleich Berlinerblau (siehe dieses). In der Technik dient es überdiess, gleich dem Cyankalium, bei der Vergoldung. Durch Zersetzung mit den Salzen der schweren Metalle lässt es eine ganze Reihe unlöslicher Ferrocyanmetalle entstehen.

Gewöhnliches Berlinerblau,*) Pariserblau. $4 \text{ Fe} + 3 \text{ Cy}$.

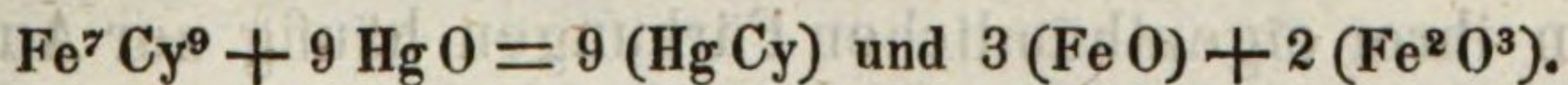
Diese wichtige blaue Farbe, die zuerst entdeckte (im Jahre 1708) Cyanverbindung, besteht aus 2 Aequ. Ferrocyan + 4 Aequ. Fe, oder nach Berzelius aus 3 Aequ. Eisencyanür = 3 Fe Cy und 2 Aequ. Eisencyanid = $2 \text{ Fe}^2 \text{ Cy}^3$.

Es bildet sich, wenn Eisenoxydsalze oder ihnen entsprechende Eisenhaloïdverbindungen mit einer Lösung von Ferrocyankalium zusammentreffen, nach folgenden Formeln:



Das reine Berlinerblau ist dunkelblau, von muscheligem kupferglänzendem Bruch, geruch- und geschmacklos und ganz unschädlich. Es enthält immer eine beträchtliche Menge (oft bis 15 Aequ.) Wassers gebunden; noch bei 135° hält es 12 Aequ. davon zurück. Ueber 200° erhitzt, wird es völlig zersetzt, indem eine Menge verschiedener Gase sich entbinden und Kohleneisen = $\text{Fe}^2 \text{ C}^3$ zurückbleibt.

In Wasser, Weingeist und verdünnten Säuren ist es unlöslich, dagegen löst es sich in Kleesäure (blaue Tinte) und in weinsaurem Ammoniak. Durch Chlorwasser wird es in das sogenannte Berliner-Grün verwandelt, welches durch Eisen oder Zinnchlorür wieder blau wird; beim Behandeln mit Quecksilberoxyd und Wasser zerfällt es in Cyanquecksilber und Eisenoxyduloxyd:



Durch wässriges Kali zerlegt es sich in Ferrocyanalkalimetall und in Eisenoxyd = $\text{Fe}^7 \text{ Cy}^9 + 6 \text{ K O} = 3 (2 \text{ K} + \text{Fe Cy}^3) \text{ und } 2 (\text{Fe}^2 \text{ O}^3)$. Diese Zersetzung durch Kali liefert das beste Mittel, die Gegenwart von Berlinerblau in blauen oder grünen Farben auszumitteln. Bittererdehydrat zersetzt das Berlinerblau in analoger Weise.

*) Weil es in Berlin erfunden wurde. (1704 von Diesbach.)

Das lösliche Berlinerblau ist dasjenige, welches sehr viel Ferrocyanium enthält; es wird nämlich durch letzteres löslich in Wasser, nicht aber in einer gesättigten Lösung von Blutlaugensalz. Man erhält diese lösliche Modification, wenn man Eisenoxydulsalz durch überschüssiges Ferrocyanium fällt und den anfangs weissen Niederschlag an der Luft stehen lässt, bis er ganz blau geworden ist. Der weisse Niederschlag besteht aus Ferrocyanium und normalem Ferrocyan-eisen $= 2 K + Fe Cy^3 + Fe Cy^3 + 2 Fe^2$.

Ferridcyanium. Cfdy + 3 K.

Synonyme: rothes, blausaures Kali, Kaliumeisen-cyanid, rothes Blutlaugensalz.

Dieses schöne Salz entsteht durch directe oder indirecte Oxydation aus dem Ferrocyanium oder gelben Blutlaugensalz, wenn dem letzteren ein Viertheil seines Kaliumgehaltes entzogen wird; z. B.: $2 (2 K + Fe Cy^3) + Cl = (3 K + Fe^2 Cy^6)$ und KCl ; demnach durch Behandlung des Ferrocyaniums mit Chlor oder unterchlorigsauren Salzen, mit Braunstein, mit Ozon (Schönbein) und Chlor.

Am leichtesten gewinnt man es, wenn durch eine Lösung von Ferrocyanium so lange Chlorgas geleitet wird, bis dieselbe Eisenoxydsalze nicht mehr bläut.

Das Ferridcyanium krystallisirt in morgenrothen, glänzenden Säulen, welche ein gelbes Pulver liefern, völlig neutral sind, schwach adstringirend salzig schmecken und in 2 bis 3 Theilen kalten Wassers sich lösen. Manche desoxydirende Einflüsse können daraus wieder Ferrocyanium herstellen.

Die Lösung des rothen Blutlaugensalzes gibt mit den meisten schweren Metallsalzen unlösliche Niederschläge, Ferridcyanmetalle, die wegen ihrer eigenthümlichen Färbungen häufig zur Ausmittelung gewisser Metalle dienen können; so ist

das Ferridcyan-Kobalt:	rothbraun,
„ Ferridcyan-Quecksilber:	gelb,
„ Ferridcyan-Kupfer:	gelbbraun,
„ Ferridcyan-Silber:	pomeranzengelb,
„ Ferridcyan-Eisen:	blau,
„ Ferridcyan-Zinn:	weiss.

Mit dem Chlor geht das Eisen zwei Verbindungen ein, und bildet damit Eisenchlorür und Eisenchlorid.

Das Eisenchlorür = FeCl erhält man durch Auflösen von Eisen in Salzsäure als eine hellgrüne Flüssigkeit, die beim Abdampfen und Erkalten eben so gefärbte Krystalle absetzt, welche sehr leicht in Wasser und Weingeist löslich sind, an der Luft zerfließen und sich dabei in Eisenchlorid und Eisenoxyd umwandeln. Man gebraucht es in der Kattundruckerei.

Das Eisenchlorid = Fe^2Cl^3 wird durch Auflösen von Eisenoxyd in Salzsäure, oder durch Behandlung von Eisenchlorür mit Königswasser gewonnen. Es bildet eine dunkelrothe Flüssigkeit, aus welcher bei gehöriger Concentration rothe Krystalle anschiessen, die an der Luft sehr leicht zerfließen und sich auch in Aether lösen, welche Lösung am Sonnenlichte farblos, im Dunkeln wieder gelb wird. Es findet in der Kattundruckerei, Färberei und Arzneikunde Anwendung und wird auch zum Brüniren des Eisens gebraucht.

II. Kupfer. Cuprum*). Cu.

Das Kupfer findet sich in der Natur gediegen, weit häufiger aber vererzt, und zwar als Oxydul im Rothkupfererz, als Oxyd in der Kupferschwärze, als Schwefelkupfer im Kupferglanz, als Schwefelkupfer mit Schwefeleisen im Kupferkies und Buntkupfererz, als Schwefelkupfer mit Schwefelantimon oder Schwefelarsenik im Fahlerz**), als kohlen-saures Oxyd in der Kupferlasur und dem Malachit, als schwefelsaures Oxyd in dem Kupfervitriol u. s. w. Am gewöhnlichsten wird es aus seinen Schwefelverbindungen namentlich aus dem Kupferkies abgeschieden.

Gewinnung. Die Erze werden geröstet und mit kieselerdehaltigen Zuschlägen verschmolzen, wodurch das Eisen des Erzes verschlackt wird und ein reineres Schwefelkupfer, der Kupferstein, erhalten wird. Dieser wird abermals geröstet und unter Zu-

*) Cuprum, Cyprium, cyprisches Erz (Cypern erster bekannter Fundort), χαλκός der Griechen.

**) Alter bergmännischer Name; nach der Farbe.

satz von Zuschlag wieder verschmolzen, wodurch das Schwarzkupfer entsteht (90 — 94 Procent Cu). Dieses wird gar gemacht durch Schmelzen von einem Gebläse, wobei alle fremden Metalle oxydirt werden. Das gereinigte Kupfer lässt man in runde Gruben fließen und hebt es in Scheiben ab, sobald die Oberfläche erstarrt (Rosettenkupfer). Um hämmerbar zu werden, muss es nochmals mit Kohle geschmolzen werden, da es noch Kupferoxydul enthält.

Das Kupfer hat eine rothe Farbe, einen lebhaften metallischen Glanz, ziemliche Härte und ein specifisches Gewicht = 8,8 in geschmolzenem, = 8,9 in geschmiedetem Zustande. Es ist in hohem Grade dehnbar und geschmeidig, von schönem Klang und hackigem Bruche; schmilzt erst in der Weissglühhitze und zwar schwerer als Silber, leichter als Gold; oxydirt sich bei gewöhnlicher Temperatur an trockener Luft nicht, überzieht sich aber, mit Wasser befeuchtet, oder an feuchter Luft mit einer grünen Kruste von wasserhaltigem, kohlensaurem Kupferoxyd, fälschlich Grünspan genannt. Bei starkem Glühen oxydirt es sich, ohne sich zu entzünden; es überzieht sich zuerst mit einer braunrothen Decke von Oxydul, das nach und nach durch Aufnahme von Sauerstoff in schwarzes Oxyd übergeht. In verdünnter Schwefelsäure und in kochender concentrirter Schwefelsäure ist es mit blauer Farbe auflöslich; von Salzsäure wird es nur bei längerem Zutritt der Luft angegriffen. Auf Wasser äussert es keine zersetzende Einwirkung.

Auch das Kupfer kann, gleich dem Eisen, durch fremdartige Beimengungen roth- oder kaltbrüchig werden. Schon sehr kleine Mengen fremder Metalle, z. B. Blei, machen es rothbrüchig, und desswegen in der Hitze unverarbeitbar; durch beigemengtes Kupferoxydul wird es kaltbrüchig und besitzt dann bei gewöhnlicher Luftwärme nur geringe Geschmeidigkeit.

Man benützt das Kupfer zu Münzen, sowie zu den verschiedenartigsten ökonomischen und technischen Geräthschaften; nächst dem Eisen ist es das passendste Metall zu schneidenden Geräthschaften. Bei der Verwendung derselben zur Bereitung von Speisen hat man jedoch sorgfältig darauf zu achten, dass kein kohlensaures Kupferoxyd (sogenannter Grünspan) sich in denselben erzeugt, indem dieses

giftige Salz in allen sauren Flüssigkeiten auflöslich ist, selbst mit Fett und Kochsalz sich verbindet und dann sehr nachtheilige Wirkungen auf die Gesundheit äussern kann. Bei allenfalls vorkommenden Vergiftungsfällen soll Syrup oder überhaupt eine stark zuckerhaltige Flüssigkeit sich als bestes und wirksamstes Gegenmittel erweisen.

Prüfung auf Kupfergifte: Ob ein Stoff Kupfer enthalte und desshalb als Speise schädlich sei, erkennt man durch Hinzuthun oder Uebergiessen mit Salmiakgeist, wodurch eine blaue Färbung entsteht, oder wenn der verdächtige Körper flüssig ist, durch Hineinlegen einer blanken Messerklinge, welche sich dann mit einem Kupferbeschlag bedeckt.

Das Kupfer erscheint in der Kulturgeschichte als Vorläufer des Eisens und zwar schon seit den ältesten Zeiten, gewöhnlich unter dem Namen Erz bekannt; schon Tulbakain (1. Buch Moses 4) bearbeitete dasselbe; schon in Salomons Tempel und in der Stiftshütte hatte man kupferne Geräthe und die Helden des trojanischen Krieges hatten eherne Waffen. Dass die Alten das Kupfer durch langsames Abkühlen zu härten verstanden und zwar früher als das Eisen, sieht man aus den aufgefundenen schneidenden Kupferwerkzeugen der alten Völker. Auch die Peruaner hatten zur Zeit der Entdeckung Amerika's Waffen aus Kupfer und die in den Gräbern der Mexikaner aufgefundenen Werkzeuge bestanden ebenfalls aus demselben.

Verbindungen des Kupfers mit dem Sauerstoffe.

Genau kennt man nur zwei Sauerstoffverbindungen des Kupfers:

1) das Kupferoxydul = Cu^2O , und

2) das Kupferoxyd = CuO .

Das Kupferoxydul und das Kupferoxyd sind beide starke Basen, welche mit den meisten Säuren krystallisirbare Salze liefern.

Das Kupferoxydul = Cu^2O , welches in der Natur als Rothkupfererz vorkommt, erzeugt sich beim Glühen oder Schmelzen des Kupfers und ertheilt Glasflüssen, beim Zusammenschmelzen beider, eine schöne rothe Farbe.

Kupferoxyd = CuO ; das Kupfer überzieht sich beim Erhitzen an der Luft gewöhnlich zuerst auf der Oberfläche mit Kupferoxyd und dieses verwandelt sich später in schwarzes Kupferoxyd. Man stellt häufig das Kupferoxyd dar durch Zersetzung von salpetersaurem Kupferoxyd beim Glühen; so dargestellt, bildet es ein schwarzes Pulver, welches begierig Wasserdampf an der Luft anzieht.

Kupferoxydulsalze.

Man stellt die Kupferoxydulsalze meistens durch Auflösen von Kupferoxydul in Säuren dar, wobei man zu beachten hat, dass in concentrirtem Zustande starke Säuren das Kupferoxydul unter Abscheidung von metallischem Kupfer in Kupferoxyd verwandeln, welches sich in der Säure löst.

Die löslichen Kupferoxydulsalze geben farblose Lösungen, welche durch Alkalien mit orangegelber Farbe gefällt werden. Durch Schwefelwasserstoff werden diese Salze schwarz gefärbt; diese Reactionen lassen sich leicht am Kupferchlorür nachweisen.

Kupferoxydsalze.

Man stellt die Kupferoxydsalze durch Auflösen von Kupferoxyd, besser noch von Kupferoxydhydrat oder kohlensaurem Kupferoxyd in Säuren dar; sie sind in wasserhaltigem Zustande blau oder grün gefärbt, wasserfrei aber schmutzig weiss, im Falle die Säure selbst keine eigenthümliche Farbe besitzt. Die Lösungen dieser Salze sind ebenfalls blau oder grün und zeigen folgende Reactionen:

Kali- oder Natronlauge gibt im Ueberschuss des Fällungsmittels einen unlöslichen graublauen Niederschlag von Kupferoxydhydrat, welcher beim Kochen der Flüssigkeit schwarz oder schwarzbraun wird.

Ammoniak bewirkt einen grünlichen Niederschlag, der sich in überschüssigem Ammoniak leicht mit tiefblauer Farbe löst, wobei ein lösliches Doppelsalz von Kupferoxyd mit Ammoniak.

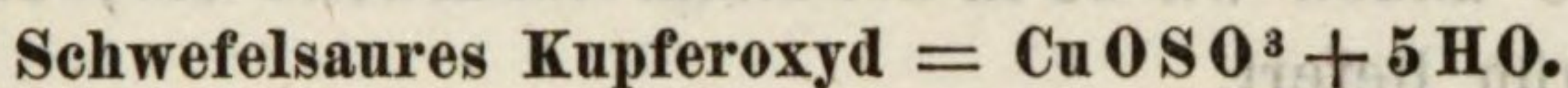
Schwefelwasserstoff und Schwefelammonium geben schwarze, in überschüssigem Schwefelammonium unlösliche Niederschläge.

Ferrocyankalium erzeugt einen braunrothen Niederschlag,

der in sehr verdünnter Lösung eine Purpurfarbe annimmt. Diese Reaction ist sehr empfindlich und gestattet die Nachweisung der geringsten Menge von Kupferoxyd in einer Lösung.

Eisen und Zink fällen metallisches Kupfer als braunes Pulver, das unter dem Polirstahl den Metallglanz und die gewöhnliche Farbe des Kupfers annimmt.

Kupferoxyd färbt Borax oder andere Gläser bläulich-grün, welche in der Reductionsflamme braunroth werden.



Dieses Salz kommt unter dem Namen Kupfervitriol im Handel vor; gewöhnlich enthält es mehr oder weniger schwefelsaures Eisenoxydul. In reinem Zustande erhält man dieses Salz durch Auflösen einer Kupfersorte in kochender Schwefelsäure, welche mit ihrem halben Gewicht Wasser verdünnt worden ist, wobei ein Theil Schwefelsäure zersetzt und schwefelige Säure frei wird.

Der Kupfervitriol erscheint in lasurblauen, schiefen rhombischen Säulen, enthält 36 Procent Wasser, verwittert in warmer Luft und ist in 4 Theilen kalten und 2 Theilen heissen Wassers löslich. Man benützt ihn in der Färberei, dann zur Darstellung mannigfaltiger Malerfarben, der galvanoplastischen Abdrücke, sowie in der Arzneikunde; aus den natürlichen Lösungen desselben oder den Cämentwässern wird mittelst hineingeworfenen alten Eisens das Kupfer in regulinischem Zustande, als sogenanntes Cämentkupfer, abgeschieden.

Versetzt man eine concentrirte Lösung von schwefelsaurem Kupferoxyd mit Ammoniak, so färbt sie sich tiefblau, und scheidet beim Stehen grosse dunkelblaue Krystalle aus. Um grosse Krystalle darzustellen, bringt man die dunkelblaue Lösung in ein hohes Cylinderglas und lässt mittelst eines Glasstabes langsam Weingeist auf die Oberfläche der Flüssigkeit fließen, so dass zwei Schichten entstehen, die sich in der Ruhe allmählig mischen. Das schwefelsaure Kupferoxyd-Ammoniak hat die Formel: $\text{CuO} \cdot \text{SO}^3 \cdot \text{H}_2\text{O} + 2\text{H}^3\text{N}$.

Es bildet dunkelgrüne rhombische Säulen, schmeckt eckelerregend, verwittert an der Luft und färbt sich spangrün, löst sich in 13 Theilen kalten und 5 Theilen kochenden Wassers, auch (wiewohl schwierig) in siedendem Weingeist, verbrennt mit grüner Flamme, gibt beim Erhitzen Essigsäure ab und wirkt als ein sehr heftiges Gift, gegen welches Zucker als bestes Gegenmittel dient. Man gebraucht es in der Färberei und Kattundruckerei, zur Bereitung des Schweinfurter Grün, als grüne Saftfarbe u. s. w.

Mit dem Chlor schliesst das Kupfer zwei Verbindungen, das Kupferchlorid und das Kupferchlorür.

Das Kupferchlorid = Cu Cl

bildet sich durch Auflösen von Kupfer in Salzsäure, krystallisirt in smaragdgrünen, vierseitigen Säulen, zerfliesst an der Luft und löst sich auch leicht in Weingeist, dessen Flamme es eine grüne Farbe ertheilt. Eine verdünnte Auflösung desselben kann als sympathetische Tinte gebraucht werden, indem damit hervorgebrachte Schriftzüge auf dem Papier erst durch Erwärmen mit gelber Farbe sichtbar werden, dann aber wieder an feuchter Luft verschwinden. Durch Erhitzen gibt nämlich das Kupferchlorid einen Theil seines Chlors ab und wandelt sich in gelbbraunes Kupferchlorür = $\text{Cu}^2 \text{Cl}$ um, das an der Luft wieder zu grünem Kupferchlorid wird.

Der Schwefel vereinigt sich mit dem Kupfer in zwei Verhältnissen.

Die erste dieser Verbindungen, das Einfach-Schwefelkupfer = Cu_2S , findet sich in der Natur als Kupferglanz, ausserdem in Verbindung mit Schwefeleisen im Buntkupfererz und im Kupferkies. Künstlich erzeugt man es durch Glühen von Kupfer in Schwefeldampf.

Das Zweifach-Schwefelkupfer = CuS findet sich in der Natur sehr selten als schwarzblauer Kupferindigo; künstlich dargestellt, erscheint er als ein bräunlich-schwarzes Pulver, das durch Fällen eines Kupferoxydsalzes mit Schwefelwasserstoff erhalten wird.

Von Legirungen benutzt man viele.

Das Messing besteht aus Kupfer (2 Theilen) und Zink (1 Theil), ist gelb, sehr dehnbar, härter als Kupfer und leichter schmelzbar.

Das Tomback besteht aus 84,5 Theilen Kupfer und 15,5 Theilen Zink (Blattgold).

III. Blei^{*)}. Plumbum. Pb.

Das Blei findet sich in der Natur am häufigsten an Schwefel gebunden im Bleiglanz, oder auch als Oxyd in verschiedenen Salzen.

Darstellung. Meist aus Schwefelblei, das man entweder in Schachtöfen mit Eisen verschmilzt (Niederschlagarbeit: $\text{PbS} + \text{Fe} = \text{FeS} + \text{Pb}$), oder in Flammöfen röstet, wodurch ein Theil des Schwefelbleis in Bleioxyd und schwefelsaures Bleioxyd übergeht, indem schwefelige Säure entweicht. Dieses zersetzt sich bei höherer Temperatur mit unzersetztem Schwefelblei in metallisches Blei und schwefelige Säure $2\text{PbO} + \text{PbS} = 3\text{Pb} + \text{SO}^2$ und $\text{PbOSO}^3 + \text{PbS} = 3\text{Pb} + 2\text{SO}^2$. Das so erhaltene Blei ist meist silberhaltig. Es wird auf dem Treibherde von dem Gebläse oxydirt zu Bleiglätte (Silber bleibt zurück), diese mit Kohle reducirt, gibt reines Blei. Chemisch reines Blei stellt man durch Glühen von Bleioxyd in einem mit Kohle ausgefütterten Tiegel dar.

Das Blei ist bläulich-grau und auf frischem Schnitt lebhaft metallglänzend; sein specifisches Gewicht beträgt 11,44. Das Blei ist sehr weich, so dass man es leicht mit dem Messer schneiden kann und es macht auf Papier einen grauen Strich. In der Kälte ist es sehr dehnbar, lässt sich zu dünnen Blättchen ausschlagen und zu feinen Fäden ausziehen. Diese Fäden sind ausserordentlich biegsam, jedoch besitzen sie geringe Festigkeit. Das Blei schmilzt bei etwa 328°C . und verdampft in der Weissglühhitze merklich, doch nicht so bedeutend, dass es sich destilliren liesse; an der Luft wird es bald trübe und überzieht sich hiebei mit einer äusserst dünnen Schichte, die man für Bleisuboxyd $= \text{Pb}^2\text{O}$ hält. Schmilzt

^{*)} Blei, von bli oder bleuen, schlagen, ein altdeutsches Wort: weil es sich leicht hämmern lässt.

man dagegen Blei an der Luft, so oxydirt es sich rasch, es überzieht sich im ersten Augenblick mit einer irrisirenden Haut, die sich bald in ein gelbes Pulver verwandelt.

In der Rothglühhitze schreitet diese Oxydation rasch weiter; das Bleioxyd schmilzt und muss, um den Zutritt der Luft nicht abzuhalten, abfliessend gelassen werden.

Das Blei oxydirt sich an feuchter Luft bei Gegenwart saurer Dämpfe; selbst die schwächsten Säuren, wie Kohlensäure, führen diese Oxydation herbei; das destillirte Wasser spielt selbst in Folge Verwandtschaft zum Bleioxyd die Rolle einer Säure und eine in Berührung mit Luft in destillirtes Wasser getauchte Bleiplatte überzieht sich mit einer weissen Haut von Bleioxydhydrat oder basisch kohlensaurem Bleioxyd. Das Wasser enthält hiebei soviel Bleioxyd gelöst, dass es durch Schwefelwasserstoff geschwärzt wird. Die Gegenwart geringer Mengen von Salzen in dem Wasser, namentlich von schwefelsaurem Kalk, verhindert diese Oxydation; aus diesem Grunde ist das durch Bleiröhren geleitete Quellwasser gewöhnlich nicht bleihaltig.

Der technische Werth und die Benutzung des Bleies ist sehr gross wegen seiner Wohlfeilheit, leichten Bearbeitung und vielfachen Verbindung mit anderen Körpern. Blei benutzt man:

1) als reine Bleimasse zu Gewichtstücken, als Bleiloth, zu Bleikugeln, Bleischrot, als Blech (Bleifolie), Fenster- oder Glaserblei, Bleidraht etc.;

2) als Metall-Legirung und zwar mit Antimon und Zinn zu Schriftmetall, mit Zinn und Wismuth zum Schnell-Lothe der Klempner;

3) als Bleioxyde, und zwar:

a) Bleiasche (ein Gemenge von Blei, Bleisuboxyd und Bleioxyd) zu Töpferglasur, zum Färben der Thongeschirre,

b) Bleigelb (Bleioxyd) in der Malerei (Königsgelb oder Neugelb),

c) Bleiglätte zur Fabrikation des Bleizuckers, Bleiweisses und Bleiessigs, zu Töpferglasur, Email, zu

stark lichtbrechendem Glase (Flintglas), als Zusatz zu Oelfirnissen; zu Bleipflastern. (Nachtheiligkeit der Bleiglasuren möglichenfalls auf die Gesundheit);

d) Mennige oder Bleizinnober, durch vorsichtiges Erhitzen der Bleiglätte erhalten, dient als Malerfarbe zur Fabrikation bunter Papiere, zu feiner Glasur, Bleiglassorten, künstlichen Edelsteinen;

4) als Bleiweiss zu Malerfarben, zu Visitenkarten, Schreibtafeln in Brieffaschen etc.;

5) als Bleizucker in Kattundruckereien, zu Beizen; Bleizucker und Bleiessig in der Chirurgie.

Giftigkeit: Bleikolik, Malerkolik, Saturnine.

Gegenmittel: Brechmittel, Trinken von Eiweiss mit Wasser und Milch.

Das Blei wird von concentrirter und kochender Chlorwasserstoffsäure nur sehr schwierig gelöst, und verdünnte Schwefelsäure greift es nur bei Zutritt der Luft an. Durch concentrirte Schwefelsäure wird es in der Wärme, unter Entwicklung von schwefeliger Säure, in schwefelsaures Bleioxyd verwandelt. Das beste Lösungsmittel für das Blei ist die Salpetersäure, welche es schon bei gewöhnlicher Temperatur, unter Entbindung rother Dämpfe, in lösliches salpetersaures Bleioxyd überführt.

Verbindungen des Blei's mit Sauerstoff.

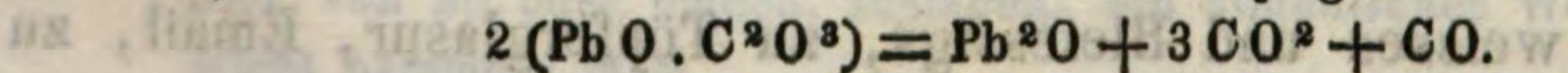
Es gibt drei bestimmte Verbindungen des Blei's mit Sauerstoff:

- 1) das Bleisuboxyd = Pb^2O ;
- 2) das Bleioxyd = PbO ;
- 3) das Bleisuperoxyd = PbO^2 .

Ausserdem vereinigt sich das Bleioxyd mit dem Bleisuperoxyd zu mittleren Oxydationsstufen.

Bleisuboxyd = Pb^2O .

Man erhält diese Verbindung in Gestalt eines schwarzen Pulvers beim Erhitzen von oxalsaurem Bleioxyd auf eine Temperatur von 300°C ., wobei Kohlensäure und Kohlenoxydgas entweichen:



Das Bleisuboxyd zerfällt bei der Behandlung mit stärkeren Säuren, selbst in verdünntem Zustande, in Bleioxyd = Pb O , welches sich auflöst, und metallisches Blei = Pb , das zurückbleibt.

Das Bleisuboxyd entzündet sich beim Erhitzen an der Luft und verglimmt wie Zunder zu Bleioxyd = Pb O .

Bleioxyd = Pb O .

Man stellt das reine Bleioxyd durch Glühen von salpetersaurem oder kohlensaurem Bleioxyd dar. Im Handel kommt unter dem Namen Bleiglätte*) (Lithargyrum**) ein geschmolzen gewesenes Bleioxyd vor, welches bei der Gewinnung des Silbers aus silberhaltigem Blei erhalten wird.

Bleioxydhydrat ist ein weisser flockiger Niederschlag, der auf Zusatz von viel Ammoniak zu der Lösung von essigsaurem Bleioxyd sich abscheidet.

Das Bleioxyd verhält sich gegen starke Basen wie eine Säure, und in den Lösungen des Bleioxyds in den Alkalien kann man salzartige Verbindungen von Bleioxyd mit dem Alkali annehmen. Die Verbindung des Bleioxyds mit Kalk lässt sich in Krystallen darstellen. Man verwendet zuweilen die Lösung von Bleioxyd in Kalk zum Schwarzfärben der Haare, wobei der in dem Haare enthaltene Schwefel sich mit dem Blei zu schwarzem Schwefelblei verbindet.

Bleisuperoxyd (Bleisäure) = Pb O^2 .

Das Bleisuperoxyd wird aus der käuflichen Mennige durch Behandlung desselben mit kochender verdünnter Salpetersäure dargestellt. In der Wärme zersetzt es sich leicht; indem es die Hälfte seines Sauerstoffes verliert, bleibt Bleioxyd zurück. Es vereinigt sich mit Säuren, aber an diejenigen Säuren, welche fähig sind, sich höher zu oxydiren, tritt es die Hälfte seines Sauerstoffes ab und liefert dann mit der neugebildeten Säure ein Bleioxydsalz. Es absorbirt schwefelige Säure lebhaft und unter Erwärmung entsteht

*) Glette, Glätte oder Glötte, eine alte Benennung deutscher Bergmänner.

**) *λίθαργυρον* eigentlich Steinsilber (*λίθος* Stein, und *ἀργυρος* Silber).

schwefelsaures Bleioxyd. Man wendet diese Eigenschaft des Bleisuperoxyds häufig zur Entfernung der schwefeligen Säure aus Gas-
mengen an.

Das Bleisuperoxyd verbindet sich nicht mit Säuren, dagegen leicht mit den Basen und bildet verschiedene krystallisirbare Salze. Man hat es daher auch Bleisäure genannt.

Bleioxyd-Bleihyperoxyd (Mennige*) = Pb^2O^3 .

Wenn man fein gepulvertes Bleioxyd bei Luftzutritt längere Zeit einer mässigen Hitze aussetzt, so nimmt es Sauerstoff auf und verwandelt sich in ein schön orangeroths Pulver, welches unter dem Namen Mennige im Handel vorkommt.

Die Mennige ist nicht etwa eine eigenthümliche Oxydationsstufe des Blei's, sondern ihr ganzes Verhalten zeigt, dass man sie als eine Verbindung von Bleioxyd mit Bleisuperoxyd anzusehen hat.

Bei der Fabrikation des Krystallglases wird eine bedeutende Menge von Mennige verbraucht.

Bleioxydsalze.

Von den Sauerstoffverbindungen des Blei's verbindet sich nur das Bleioxyd = PbO mit Säuren und dieses ist eine starke Basis, welche dem Kalk und Baryt nur wenig nachsteht. Das Bleioxyd zeichnet sich vor anderen Metalloxyden durch die grosse Neigung aus, basische Salze zu bilden, von denen die meisten unlöslich, einige aber löslich sind und geröthetes Lackmuspapier blau färben.

Die Bleisalze sind giftig und bewirken, in geringer Menge in den Körper gebracht, Schmerzen in den Eingeweiden und Kolik. Das wirksamste Schutzmittel gegen Bleivergiftungen, besonders in Fabriken, in denen Bleiweiss dargestellt wird, ist Schwefelsäure oder schwefelsaures Natron, welches man in sehr geringer Menge den Getränken zusetzt und wodurch das Bleioxyd in unlösliches schwefelsaures Bleioxyd verwandelt wird. Die wichtigsten der Bleisalze sind:

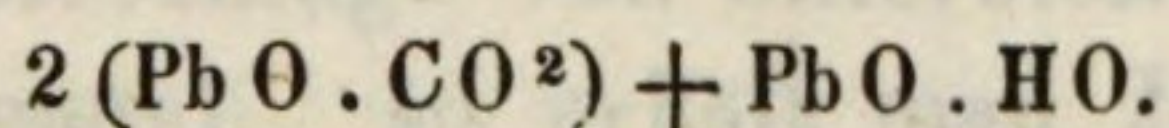
*) Von Minium, wie bei den Alten der natürliche Zinnober genannt wurde.

Kohlensaures Bleioxyd.

Dieses kommt in der Natur in schönen, stark lichtbrechenden Krystallen vor. Die Mineralogen nennen es Weissbleierz. Künstlich stellt man es durch doppelte Zersetzung eines löslichen Bleisalzes durch ein kohlensaures Alkali dar. Das kohlensaure Bleioxyd wird zu Oelfarben unter dem Namen Bleiweiss angewendet. Dieses Bleiweiss wird in Fabriken auf verschiedene Weise dargestellt, welche in letzter Form darin übereinkommen, dass basisch essigsaures Bleioxyd durch Kohlensäure zersetzt wird.

Das neuere Verfahren, welches man auch das französische Verfahren nennt, besteht darin, dass man zuerst in Essigsäure möglichst viel Bleioxyd auflöst und durch Einleitung von Kohlensäure in die Lösung dasselbe niederschlägt. Die Flüssigkeit hält hierbei nur wenig Bleioxyd zurück, und ist fast nur Essigsäure, welche man zur Auflösung neuer Mengen von Bleiessig verwendet, die man wieder als kohlensaures Bleioxyd niederschlägt.

Das meiste im Handel vorkommende Bleiweiss wird nach dem älteren Verfahren, welches man das holländische nennt, dargestellt; das hiedurch erhaltene Bleiweiss ist basisch kohlensaures Bleioxyd von der Formel:



Das reine Bleiweiss erscheint als ein blendend weisses Pulver, welches in reinem Wasser unlöslich ist, von kohlensäurehaltigem Wasser, sowie von Aetzkali und Aetznatronlauge aber aufgelöst wird. Eben so ist es in Salpetersäure unter Aufbrausen auflöslich. Das im Handel vorkommende ist gewöhnlich mit Schwerspath oder Kreide vermischt, von welchen besonders erstere die Deckkraft des Bleiweisses vermehrt.

Einfach essigsaures Bleioxyd (Bleizucker) = $\text{Pb O} \cdot \text{C}^4\text{H}^3\text{O}^3 \cdot 3\text{HO}.$

Diese Verbindung wird im Grossen durch Auflösen von Bleiglätte in destillirtem Essig dargestellt und besitzt einen Anfangs süssen, später widerlich metallischen Geschmack. Es löst sich in $1\frac{1}{2}$ Theil kalten Wassers und in 8 Theilen Alkohol.

Beim Kochen der wässerigen Lösung von 1 Theil einfachsauren Salzes mit 0,6 Theilen Bleioxyd löst sich viel Oxyd auf und es entsteht halbessigsames Bleioxyd $= \text{PbO} \cdot \text{C}^4\text{H}^3\text{O}^3$, welches durch Zusatz von Alkohol aus der Lösung gefällt werden kann. Bei Anwendung von überschüssigem Bleioxyd enthält die Lösung dagegen drittelessigsames Bleioxyd $= \text{PbO} \cdot \text{C}^4\text{H}^3\text{O}^3$. Man wendet diese stark alkalisch reagirende Flüssigkeit, welche man Bleiessig nennt (eine mit Wasser oder Weingeist verdünnte Lösung heisst Goulard'sches Wasser*), zur Darstellung von kohlen-saurem Bleioxyd an. Die Verbindungen der Essigsäure mit Bleioxyd haben in den Gewerben, sowie in der Medicin vielfache Anwendung gefunden.

Phosphorsaures Bleioxyd.

Dieses findet sich in der Natur mit etwas Chlorblei, phosphorsaurem Kalk und Fluorcalcium als Grünbleierz; es krystallisirt in sechsseitigen Säulen und Tafeln, ist spröde, fettglänzend, halb durchsichtig, bis an den Kanten durchscheinend, lebhaft grün, gelb oder braun (Braunbleierz). Vor dem Löthrohre schmilzt es zu einem Kügelchen, welches beim Erstarren unter starkem Aufblähen polyédrische Form annimmt, aber nur unter Zusatz von Soda sich reduciren lässt.

Das phosphorsaure Bleioxyd $= \text{PbOPO}^5$ ist in Salpetersäure und kaustischem Alkali löslich und entsteht beim Vermischen eines überschüssigen löslichen Bleisalzes mit neutralem phosphorsaurem Natron.

Chlorblei $= \text{PbCl}$.

Das Blei wird von Chlor leicht angegriffen und es bildet sich stets nur eine einzige Verbindung, das Chlorblei $= \text{PbCl}$.

Vermischt man eine warme Lösung von Chlorblei mit Kalkwasser, so scheidet sich ein basisches Chlorblei $= \text{PbCl} + \text{PbO}$ in weissen Flocken aus, das man als Malerfarbe anwendet.

*) Nach Theodor Goulard benannt, welcher am Ende des vorigen Jahrhunderts als Oberwundarzt zu Montpellier starb und den Gebrauch dieses Wassers zuerst in der Chirurgie einführte.

Jodblei = PbJ .

wird durch Fällung von essigsaurem Bleioxyd mit Jodkalium erhalten und erscheint als ein gelbes Pulver, das als Malerfarbe und in der Arzneikunde Anwendung findet.

Kennzeichen der Bleioxydsalze.

Das Bleioxyd bildet mit den farblosen Säuren ungefärbte neutrale Salze; die basischen Salze sind dagegen häufig gelb gefärbt. Die löslichen Bleisalze schmecken süß.

Kali- oder Natronlauge geben einen weissen Niederschlag von Bleioxydhydrat, der in überschüssigem Alkali löslich ist.

Kohlensaure Alkalien geben einen weissen, im Ueberschuss des Füllungsmittels unlöslichen Niederschlag.

Schwefelwasserstoff erzeugt einen schwarzen Niederschlag von Schwefelblei.

Schwefelsäure oder schwefelsaure Salze erzeugen weisse, in Wasser unlösliche und durch Schwefelwasserstoff schwarzwerdende Präcipitate.

Chlorwasserstoffsäure oder ein lösliches Chlormetall erzeugen weisse Niederschläge von Chlorblei. Nimmt man statt des Chlormetalls ein Jodmetall, so erhält man Jodblei von goldgelber Farbe.

Eisen, Zink und Zinn fällen das Blei aus den Lösungen der Bleioxydsalze metallisch.

Die Bleisalze lassen sich endlich vor dem Löthrohre leicht dadurch erkennen, dass sie, auf Kohle mit kohlensaurem Natron in der Reductionsflamme erhitzt, eine kleine Bleikugel geben und auf der Kohle einen grünlich gelben Beschlag erzeugen.

IV. Zink^{*)}. Zincum. Zn.

Das Zink bietet eines der wenigen Beispiele, dass ein Naturkörper in seinen Verbindungen, ja in mannigfachen Anwendungen

^{*)} Der Name Zink von Zinken oder Zacken, weil sich das Zink zackenförmig in Zinköfen anlegt.

schon in sehr früher Zeit und ziemlich allgemein bekannt war, während es selbst seiner Natur und seinem Wesen nach, d. h. im reinen Zustande, erst weit später erkannt worden ist.

Die Darstellung des Messings aus Kupfer war schon in den frühesten Zeiten bekannt aber es bedurfte eines Zeitraums von mehr als 2000 Jahren, die Metallsubstanzen zu entdecken, welche dieser Veränderung zu Grunde liegen und auch nach ihrer Entdeckung währte es noch eine lange Zeit, bis sie als die wahre Ursache der Messingbildung nachgewiesen wurden.

Die erste Nachricht über das Messing geht in das vierte Jahrhundert v. Christus zurück.

In der Entwicklungsgeschichte des Zinks begegnen wir mannigfachen Schwankungen, ja mitunter Rückschritten, so dass lange Zeit das Zink weit weniger genau untersucht erscheint als andere ihm ähnliche Metalle, wie das Wismuth, Antimon u. s. w.; vielleicht weil es die Alchymisten als nicht besonders geeignet für ihre Bestrebungen der Metallveredlung erachteten.

Wir dürfen wohl mit Bestimmtheit annehmen, dass das Zink in China viel früher als bei uns bekannt gewesen. Jedenfalls kam es anfangs nur aus dem Oriente nach Europa. Aristoteles erwähnt, dass in Indien Kupfer gefunden werde, welches sich der Farbe nach vom Golde nicht unterscheiden lasse, und dass sich unter den Trinkgefäßen des Darius Becher gefunden hätten, die nur durch den Geruch vom Golde zu unterscheiden gewesen.

Bemerkenswerth ist es, dass seit einer Reihe von Jahren die Handelsrichtung dieses Artikels sich zwischen Europa und dem Orient geändert hat, indem jetzt Zink von Europa nach Ostindien und China, wo es nebst anderer unbekannter Verwendung als Münzmetall verbraucht wird, in weit grösserer Menge zur Versendung gelangt, als Europa jemals von dorthier bezogen.

Das Zink kommt in der Natur, an Schwefel gebunden, als Blende vor, wird aber meistentheils aus dem Galmei*) und aus dem Kieselzinkerz, d. i. dem kohlensauren und kieselsauren

*) Giallamina, calamine gelbes Erz.

Zinkoxyd abgeschieden. Die Erze werden geröstet, dann mit Kohle erhitzt, bis zur Destillation des Zinks, was entweder in gut verschlossenen Tiegeln geschieht, durch deren Boden eine Röhre die Dämpfe vom obern Theil des Tiegels in die Vorlage führt, oder in Muffeln.

Das Zink wird jetzt zu sehr vielen Zwecken verwendet; das käufliche Zink ist übrigens nicht ganz rein, und nur das zu feinen Platten ausgewalzte Metall nähert sich fast der vollkommenen Reinheit, weil schon die Gegenwart geringer Verunreinigung hinreicht, die Dehnbarkeit des Zinkes bedeutend zu vermindern und es für das Auswalzen unfähig zu machen.

Das Zink schmilzt bei etwa 500°C . und siedet in der Weiss- Glühhitze; man kann es daher durch Destillation reinigen. Hiedurch wird das Zink indessen nicht von allen Metallen frei erhalten, weil sie in so hoher Temperatur stattfindet, dass ein Theil der beigemengten Metalle von den Zinkdämpfen übergerissen wird. Die Dichtigkeit schwankt zwischen 7,00 und 7,20, je nachdem es geschmolzen oder ausgewalzt ist.

Das Zink ist bläulich-weiss gefärbt und zeigt auf dem frischen Bruche grosse, glänzende Krystallblätter. Bei gewöhnlicher Temperatur ist es brüchig, wird aber etwas über 100°C . dehnbar, und bei 200°C . abermals spröde, und zwar in so hohem Grade, dass es sich in einem Mörser pulvern lässt. — Die Unbekanntschaft mit diesem eigenthümlichen Verhalten des Zinkes hat der Anwendung desselben in den Gewerben anfangs viele Schwierigkeiten bereitet, und in den alten Zeiten hat man das Zink nur in seinen Legirungen verwendet. Jetzt wird es zu dünnen Platten ausgewalzt, mit welchen man die Häuser deckt und woraus man Badewannen oder andere grosse Gefässe verfertigt. Seiner allgemeinen Anwendung zu Dachungen steht nur die Schwierigkeit einer zweckmässigen Befestigung etwas entgegen. Wo die Letztere mit Vorsicht und Kenntniss angebracht ist, haben sich Zinkdachungen auch vollständig bewährt, und nach Jahrzehnten keine merkliche Zerstörung gezeigt. Angestellte Versuche haben zu der Annahme geführt, dass es eines Zeitraums von mindestens 200 Jahren bedarf, um ein Zinkdach von gewöhnlicher Stärke zu zerstören.

Zinkgefässe dürfen jedoch niemals zur Aufbewahrung von Nahrungsmitteln benützt werden, weil das Zink in Berührung mit selbst schwachen Säuren sich leicht oxydirt und giftige Salze liefert.

Das Zink ist sehr leicht oxydirbar und seine Oberfläche wird an feuchter Luft sehr bald matt; die Oxydation findet aber nur auf der Oberfläche statt. Erhitzt man es an der Luft über seinen Schmelzpunkt, so fängt es Feuer und verbrennt mit weisser, stark leuchtender Flamme, deren Glanz hauptsächlich dadurch bewirkt wird, dass der Zinkdampf durch seine Vereinigung mit Sauerstoff ein nicht flüchtiges Oxyd bildet, das sich in der Flamme abscheidet und zum Weissglühen erhitzt wird. Das Zink löst sich leicht in verdünnter Schwefelsäure und in Chlorwasserstoffsäure unter Entwicklung von Wasserstoff auf. Das Zink zersetzt in der Hitze den Wasserdampf leicht unter Entwicklung von Wasserstoffgas, und bei fein zertheiltem Metalle fängt diese Zersetzung schon in einer 100° C. wenig übersteigenden Temperatur an.

Das Zink löst sich auch in kochender Kali- oder Natronlauge mit Entwicklung von Wasserstoff zu löslichen Zinkoxydalkali-Verbindungen auf; berührt man das Zink mit einem Stücke Eisen, so findet die Zersetzung des Wassers in der alkalischen Flüssigkeit schon in der Kälte statt. Es löst sich hierbei nur Zink auf, und das Eisen wirkt nur dadurch, dass es mit dem Zink ein Volta'sches Paar bildet, in welchem letzteres das positive Element ausmacht und hiedurch eine hinreichende Verwandtschaft zum Sauerstoffe erhält, um das Wasser in Gegenwart von Alkali bei gewöhnlicher Temperatur zu zerlegen.

Das Zink bildet, in Verbindung mit dem Sauerstoffe, das Zink-Oxyd = ZnO , eine starke Basis, welche in ihren Salzen mit der Magnesia, dem Eisen-, Kobalt- und Nickeloxydul isomorph ist. Man erhält das Zinkoxyd durch Erhitzen des Metalles an der Luft, bis dieses sich entzündet. Das reine Zinkoxyd stellt man aber besser durch Glühen von salpetersaurem Zinkoxyd oder basisch kohlensaurem Zinkoxyd dar.

Das wasserfreie Zinkoxyd ist weiss, beim Erhitzen wird es gelb, nimmt aber beim Erkalten die ursprüngliche Farbe wieder

an; es ist sehr schwer schmelzbar und feuerbeständig. Man benützt es als Arzneimittel und in der Porzellanmalerei zur Verdünnung besonders blauer Farben.

Zinkoxydsalze.

Die Zinkoxydsalze sind farblos, wenn die Säure selbst keine eigenthümliche Farbe besitzt. Ihre Lösungen geben mit Kali, Natron oder Ammoniak Niederschläge, die sich auf Zusatz von überschüssigem Alkali lösen. Die Lösungen der kohlensauren Alkalien geben, wie auch das Ferrocyankalium, phosphorsaure und arsen-saure Alkalien, weisse Niederschläge. Schwefelwasserstoff fällt die mit Säure versetzten Lösungen der Zinksalze nicht; Schwefelammonium gibt einen weissen Niederschlag.

Vor dem Löthrohre mit Soda erhitzt, geben diese Salze auf der Kohle einen citrongelben Beschlag, der nach dem Erkalten wieder weiss wird, — aber kein regulinisches Metall. Mit salpetersaurem Kobaltoxydul behandelt, geben sie vor dem Löthrohre schöne grüne Pulver. Das wichtigste unter ihnen ist das

Schwefelsaure Zinkoxyd = $\text{ZnOSO}^3 + 7\text{HO}$, auch Zink-Vitriol, weisser Vitriol und Gallizenstein*) genannt. Diese Verbindung wird im Grossen dadurch bereitet, dass man Blende, d. i. natürliches Schwefelzink, an der Luft röstet, das geröstete Erz mit Wasser auslaugt, die Lauge abdampft und zur Krystallisation bringt, die erhaltenen Krystalle in ihrem eigenen Krystallwasser schmilzt und dann in hölzernen Trögen bis zum Erkalten umrührt. Der so gewonnene Zinkvitriol erscheint in weissen Stücken mit körnigem Gefüge, und enthält häufig noch Beimengungen von schwefelsaurem Eisenoxydul, Kupfer-, Nickel- und Kobaltoxyd. Reiner erhält man ihn durch Auflösen von reinem Zink in verdünnter Schwefelsäure und Abdampfen der Auflösung bis zum Krystallisationspunkte. Man gebraucht ihn als Arzneimittel, zur Bereitung von Firnissen und in der Kattundruckerei.

Die Verbindung des Zinks mit Schwefel zu Schwefelzink, welche in der Natur häufig vorkommt und von den Mineralogen Blende genant wird, erhält man am besten dadurch, dass man

*) Name bei den ungarischen Bergleuten (galitzkö heisst im Ungarischen Vitriol).

ein inniges Gemenge von Zinkoxyd und Schwefelblumen erhitzt, wobei sich der Sauerstoff mit Schwefel zu schwefeliger Säure ver- und Schwefelzink = ZnS als gelbliches Pulver hinterbleibt.

Verbindung von Zink mit Chlor.

Das Zink wird vom gasförmigen Chlor leicht angegriffen und in einen weissen, butterartigen, leicht schmelzbaren Körper verwandelt, der bei der Rothglühhitze destillirt. Dieses Chlorzink = ZnCl erhält man durch Behandlung von Zink mit Chlorwasserstoffsäure in Lösung, beim Abdampfen und Erkalten bildet es dann eine krystallinische Masse, welche in Wasser und Alkohol leicht löslich ist und zur Conservirung anatomischer Präparate Anwendung findet.

Das Zink bildet mehrere nutzbare Legirungen.

V. Cadmium*). Cd.

Das Cadmium ist ein noch flüchtigeres Metall als das Zink; es destillirt schon in der Rothglühhitze über, so dass man die Destillation in schwer schmelzbaren Glasretorten vornehmen kann.

Das Cadmium ist weiss, etwas grauer als Zinn; es ist ziemlich bedeutend dehnbar, lässt sich zu dünnen Platten auswalzen und zu sehr feinen Drähten ausziehen. Sein specifisches Gewicht beträgt 8,7; es schmilzt noch unter der Rothglühhitze. Bei gewöhnlicher Temperatur oxydirt sich das Cadmium nicht merklich, aber beim Erhitzen entzündet sich der Dampf desselben und verbrennt mit grossem Glanz. Chlorwasserstoffsäure und verdünnte Schwefelsäure lösen es unter Entwicklung von Wasserstoffgas auf.

Das Cadmium kommt in der Natur als Schwefelcadmium und als kohlensaures Salz, in Menge dem Galmei beigemengt, vor, namentlich enthält der schlesische Galmei stets etwas Cadmium.

*) Cadmīa oder Cádmiā nach *καδμεία* der Burg des Kadmos, südöstlich bei Theben, wo man zuerst Galmei gefunden haben soll. 1811 entdeckte Strohmeyer in den Zinkerzen ein eigenes Metall, welchem man daher den Namen Cadmium gab.

Bei der Gewinnung des Zinks aus diesem Galmei wird gleichzeitig das Cadmium reducirt, und weil es flüchtiger als Zink ist, destillirt es zuerst über.

Verbindung des Cadmiums mit Sauerstoff.

Das einzige Oxyd des Cadmiums, welches man kennt, stellt man durch Erhitzen von Cadmium an der Luft oder durch Auflösen des Metalles in Salpetersäure und Glühen des hiedurch erhaltenen salpetersauren Salzes dar. Das Cadmiumoxyd = CdO ist ein braunes Pulver, welches die höchsten Temperaturen verträgt, ohne zu schmelzen oder sich zu verflüchtigen. Es besitzt grosse Verwandtschaft zu den Säuren und bildet mit ihnen farblose Salze, wenn die Säure selbst keine eigenthümliche Farbe besitzt.

Cadmiumoxydsalze.

Die Salze des Cadmiumoxyds sind farblos und krystallisiren meistens leicht. Schwefelwasserstoff fällt aus den mit ziemlich viel Säure versetzten Lösungen der Cadmiumsalze einen schönen gelben Niederschlag. Schwefelammonium bewirkt dieselbe Fällung, ohne dass sich dieselbe in überschüssigem Schwefelammonium auflöst. Taucht man ein Zinkblech in eine Cadmiumoxydlösung, so scheidet sich das Cadmium in Gestalt krystallinischer Blättchen aus.

Schwefelcadmium = CdS .

Das Schwefelcadmium kommt in der Natur als sehr seltenes Mineral vor und dient als gelbe Malerfarbe. Eine Legirung des Cadmiums wird benützt zum Zahnplombiren.

VI. Zinn. Stannum. Sn.

Das Zinn kommt in der Natur niemals gediegen, sondern am häufigsten als Oxyd im Zinnstein, seltener als Schwefelzinn im Zinnkies vor.

Gewinnung. Aus dem reinen Zinnstein durch Ausschmelzen mit Kohle in Schachtöfen; — mit Schwefelerzen verunreinigt — durch Rösten, Pochen und Schlämmen gereinigt und dann ge-

schmolzen. Das so erhaltene, weniger reine Zinn wird durch Aussaigern gereinigt, indem das reine Zinn zuerst schmilzt. (Blockzinn.)

Das Zinn hat eine weisse Farbe, starken Glanz, specifisches Gewicht = 7,3 und eine Härte, die zwischen der des Goldes und des Blei's die Mitte hält. Es kann geschabt und geschnitten werden, ist geschmeidig, hämmer- und walzbar, lässt sich zu dünnen Platten, die man Zinnfolie oder Staniol*) nennt, ausschlagen, aber wegen geringer Zähigkeit nur zu dickem Drahte strecken. Gerieben, ertheilt es den Fingern einen widrigen Geruch, im Munde hinterlässt es einen unangenehmen Geschmack. Im gegossenen Zustande knirscht es beim Biegen, welche Eigenschaft von seinem krystallinischen Gefüge herrührt, und daher durch Hämmern und Walzen verloren geht. An der Luft bleibt es lange unverändert, bei 228° C. schmilzt es, überzieht sich mit einem grauen Häutchen, der Zinnasche. Bei strengster Weissglühhitze verflüchtigt es sich nur wenig, und entzündet sich erst bei sehr hoher Temperatur mit weisser Flamme. Von Salpetersäure wird es oxydirt, aber nicht aufgelöst. Dagegen ist es in Salzsäure und Königswasser leicht, langsamer in Schwefelsäure löslich. Ebenso wird es von einigen Salzen, namentlich Alaun, Salmiak und Weinstein aufgelöst, wesswegen diese nicht in zinnernen Gefässen gekocht werden dürfen.

Das Zinn wird von den Zinngiessern zu den verschiedensten Geräthschaften verarbeitet, es dient ferner zum Verzinnen von Eisen, Kupfer, Messing und Blei, zu mancherlei Legirungen; der Staniol, d. i. fein ausgewalztes Zinn, zum Belegen der Spiegel, zum Einwickeln verschiedener Waaren, z. B. der Seife, der Chokolade u. s. w. Um es auf seine Reinheit, die für viele dieser Verbindungen unerlässliche Bedingung ist, zu prüfen, wendet man am besten die chemische Probe an. Man löst etwas davon in erwärmter Salzsäure; setzen sich dabei braune Flocken ab, so war Arsenik vorhanden. Einen anderen Theil behandelt man unter Beihilfe von Wärme mit überschüssiger Salpetersäure, giesst diese

*) Stanniolum, Verkleinerung von stannum Zinn, worunter die Alten indess unser Zink verstanden.

dann von dem entstandenen Zinnoxhydhydrat ab und verjagt durch Abdampfen den Ueberschuss der Säure. Fügt man nun zu der Flüssigkeit Wasser und es entsteht ein weisser Niederschlag, so enthält das Zinn Wismuth; wird dieselbe nach dem Abfiltriren von letzterem durch schwefelsaures Ammoniak weiss gefällt, so war Blei vorhanden; überschüssiges Ammoniak fällt das Eisenoxyd und das vorher aufgelöst gebliebene Wismuthoxyd und die noch rückständige Flüssigkeit hinterlässt dann beim Abdampfen und Trocknen das Kupferoxyd.

Benützung des Zinns.

1) Zu Legirungen:

- a) mit Cu (5% Sn und 95% Cu) zu Bronze; bei 33% zu Kanonenmetall; bei 33% und 2% As zu der Spiegelmasse der Teleskope;
- b) mit Pb zu verschiedenen Ess-, Trink- und Kochgeschirren;
- c) mit Sb zum Compositionsmetalle für Knöpfe, Leuchter etc.;
- d) mit Zn zu unächtem Blattsilber.

2) Zum Verzinnen von Kupfer, Eisen, Messing etc.

3) Als Staniol zum Auskleiden und Einpacken verschiedener Gegenstände u. s. w.

Malacca liefert das reinste Zinn aus dem Zinnstein.

Die Phönizier holten Zinn aus Spanien und England von den sogenannten Zinninseln und verhandelten es an die Römer, ohne ihnen den Fundort zu nennen. Diese folgten heimlich ihren Schiffen und eroberten dann die englischen Zinninseln, welche schon Herodot Cassiteriden *) nannte.

Man kennt zwei eigenthümliche Verbindungen des Zinns mit dem Sauerstoffe:

1) das Zinnoxhyd $= \text{SnO}$;

2) das Zinnoxyd $= \text{SnO}_2$, auch Zinnsäure genannt.

*) Homer Ilias nannte das Zinn *κασσίτερος*.

Zinnoxydul = SnO .

Man stellt das Zinnoxydul durch Fällen einer Lösung von Einfach-Chlorzinn = SnCl mit kohlensaurem Ammoniak dar.

Beim Erhitzen von reinem oxalsauren Zinnoxydul bei abgehaltener Luft hinterbleibt Zinnoxydul als schwarze Masse.

Zinnoxydul fängt beim Erhitzen an der Luft Feuer und zerglimmt ähnlich wie Zunder zu Zinnoxyd.

Zinnoxyd (Zinnsäure) = SnO^2 .

Das Zinnoxyd bildet zwei, durch ihre chemischen Eigenschaften vollständig von einander verschiedene, isomere Modificationen. Die eine Modification nennt man gewöhnlich *b* Zinnoxyd oder Metazinnsäure; man erhält sie durch Behandlung von Zinn mit Salpetersäure in Gestalt eines weissen Pulvers. Die zweite Modification, das *a* Zinnoxyd oder die Zinnsäure, wird aus dem Zweifach-Chlorzinn durch Zersetzung desselben mit Wasser oder Kalilauge, oder auch aus den löslichen zinnsauren Salzen durch Zersetzung derselben mit Wasser oder Kalilauge, oder auch aus den löslichen zinnsauren Salzen durch Zusatz von Säuren gefällt.

Die erstere Verbindung kommt in der Natur und zwar in älteren Gebirgsformationen, in schönen, sehr glänzenden, gewöhnlich dunkelbraun gefärbten Krystallen vor.

Das *b* Zinnoxyd oder die Metazinnsäure bildet mit den Alkalien krystallisirbare Salze.

Das *a* Zinnoxyd oder die Zinnsäure, welche auf obige Weise erhalten werden kann, löst sich in Salpetersäure, Chlorwasserstoffsäure und verdünnter Schwefelsäure vollständig auf, beim Kochen wird es jedoch wieder gefällt und zwar um so vollständiger, je weniger überschüssige Säure zugesetzt wurde.

Zinnoxydulsalze.

Man kennt nur wenige von den Verbindungen des Zinnoxyduls mit den Säuren. Schwefelsaures Zinnoxydul erhält man durch Sättigen von verdünnter Schwefelsäure mit Zinnoxydulhydrat, wobei es sich löst, und beim Erkalten scheiden sich kleine krystal-

linische Blättchen des genannten Salzes ab. Dieses Salz löst sich leicht und ohne Zersetzung in kaltem Wasser auf, aber beim Kochen der Lösung wird es unter Fällung eines basisch schwefelsauren Salzes zersetzt. Das schwefelsaure Zinnoxidul bildet einen Bestandtheil der von den Färbern benützten Bancroft's Beize, die man durch Auflösen von 2 Theilen Zinnfeile in 3 Theilen Salzsäure und $1\frac{1}{2}$ Theilen Schwefelsäure erhält.

Salze der Zinnoxide.

Beide Arten von Zinnoxiden vereinigen sich mit Säuren und bilden wahre Salze, in welchen das Zinnoxid die Rolle einer Basis spielt; diese Salze sind zum Theil krystallisirbar, jedoch bis jetzt nur wenig bekannt.

Verbindungen des Zinns mit Schwefel.

Das Zinn verbindet sich mit dem Schwefel in zwei Verhältnissen; die eine Verbindung, das Einfach-Schwefelzinn = SnS entspricht dem Zinnoxidul; das Zweifach-Schwefelzinn = SnS^2 entspricht dem Zinnoxid.

Man stellt das Einfach-Schwefelzinn durch Erhitzen eines Gemenges von Zinnfeile und Schwefelblumen in einem Thontiegel dar. Dieselbe Schwefelungsstufe schlägt sich aber, in Verbindung mit Wasser, beim Einleiten von Schwefelwasserstoffgas in eine Lösung von Einfach-Chlorzinn in Gestalt dunkelbrauner, fast schwarzer Flocken nieder.

Das Zweifach-Chlorzinn = SnCl^2 gibt mit Schwefelwasserstoff einen gelben Niederschlag von wasserhaltigem Schwefelzinn = SnS_2 . Man stellt diese Verbindung in Fabriken auf trockenem Wege dar und verwendet sie unter dem Namen Musivgold*) zum Bronciren von Holz.

Das Zweifach-Schwefelzinn ist eine Sulfoäure, welche mit

*) Musiv- oder Muschelgold, Muschelsilber, Malergold, Malersilber, d. h. unechtes Blattgold und Blattsilber, welches man in Muschelschalen zum Verkaufe bringt.

den Schwefelalkalimetallen lösliche Sulfosalze bildet, die zum Theil in krystallisirter Form erhalten werden können.

Verbindungen des Zinns mit Chlor.

Das Zinn bildet mit dem Chlor zwei Verbindungen:

Das Einfach-Chlorzinn = SnCl oder Zinnchlorür stellt man durch Auflösen von Zinn in concentrirter kochender Salzsäure dar; dieselbe Verbindung stellt man im Grossen in Fabriken dar und verbraucht sie unter dem Namen Zinnsalz in Färbereien.

Das Zweifach-Chlorzinn oder Zinnchlorid = SnCl_2 erhält man bei der Behandlung von Zinn mit überschüssigem Chlor; es ist eine farblose Flüssigkeit von 2,28 specifischem Gewicht; siedet bei 120°C. ; verbreitet an der Luft dicke, weisse Nebel, welche daher rühren, dass das Zweifach-Chlorzinn schon bei gewöhnlicher Temperatur in ansehnlicher Menge verdampft, die Dämpfe aber sich mit dem in der Luft enthaltenen Wasserdampf zu einem viel weniger flüchtigen Hydrat vereinigen, welches sich daher niederschlägt.

Beim Vermischen von Zweifach-Chlorzinn mit einer concentrirten Salmiaklösung scheidet sich das Ammonium-Zinnchlorid = $\text{H}^4\text{NCl} + \text{SnCl}_2$ wasserfrei in farblosen Oktaëdern ab. Man wendet es unter dem Namen Pinksalz in den Cattundruckereien an.

Kennzeichen der Zinnoxysalze.

Diese Salze sind farblos, wenn die Säure selbst nicht gefärbt ist; sie röthen stark die Lackmustinktur.

Kaustische Alkalien fällen die Lösung der Zinnoxysalze weiss; der Niederschlag löst sich in überschüssigem Kali auf, aber beim Kochen der Lösung scheidet sich wasserfreies Zinnoxysal als schwarzes Pulver ab.

Die kohlensauren Alkalien geben unter Entwicklung von Kohlensäure weisse Niederschläge, welche im Ueberschuss des Fällungsmittels löslich sind und beim Kochen der Flüssigkeit schwarz werden.

Schwefelwasserstoff gibt dunkelbraune Präcipitate.

Ferrocyankalium gibt einen weissen Niederschlag.

Quecksilbersalze werden durch Zinnoxidulsalze zu metallischem Quecksilber reducirt, welches als graues Pulver ausgeschieden wird.

Chlorgold bewirkt einen purpurfarbigen Niederschlag; in concentrirten Lösungen fällt der Niederschlag braun aus.

Ein Eisen- oder Zinkblech fällt das Zinn in grauen krystallinischen Blättchen aus, welche unter dem Polirstahl die gewöhnliche Farbe und den Glanz des Zinns annehmen.

Kennzeichen der Zinnoxidlösungen.

Die folgenden Reactionen kommen den Lösungen des Zweifach-Chlorzinns zu, der einzigen, dem Zinnoxid entsprechenden Verbindung, deren Verhalten genau bekannt ist.

Kali und Natron geben einen, in überschüssigem Alkali löslichen Niederschlag.

Kohlensaure Alkalien geben ebenfalls einen weissen im Ueberschuss des Fällungsmittels sich lösenden Niederschlag.

Schwefelwasserstoff bewirkt einen schmutzig gelben Niederschlag, der aber erst nach einiger Zeit zum Vorschein kommt.

Chlorgold bewirkt keinen Niederschlag; Eisen und Zink scheiden ebenfalls metallisches Zinn aus.

VII. Spiessglanz*) oder Antimon**). Stibium. Sb.

Das Antimon findet sich nur selten gediegen oder mit Sauerstoff verbunden als antimonige Säure, bisweilen mit anderen Metallen

*) Wegen der spiessigen Krystalle und des Glanzes.

**) Antimonium Spiessglanzmetall, Stibium. Basilius Valentinus fand gegen das Ende des 15. Jahrhunderts das Erz aus Schwefel und einem eigenthümlichen Metalle zusammengesetzt, und auf dieses übertrug er den bisher für das Schwefelantimon gebräuchlichen Namen Stibium oder Antimonium, dessen verschiedene Präparate er in seinem *Curriculus triumphalis Antimonii* (Triumphwagen des Antimons) veröffentlichte. Der Name Antimon kommt schon in einer lateinischen Uebersetzung des arabischen

vereinigt, am häufigsten als Schwefelantimon entweder für sich oder in Schwefelsalzen, mitunter auch mit Antimonmetall oder antimoniger Säure verbunden. — Die Antimonerze waren schon den Alten bekannt, Basilius Valentinus stellte jedoch zuerst das metallische Antimon dar. Das käufliche Antimon ist selten ganz rein, sondern es enthält gewöhnlich Eisen, Blei, Arsen und Schwefel in kleiner Menge. Man reinigt es in den Laboratorien durch Schmelzen mit $\frac{1}{10}$ seines Gewichtes Salpeter in einem Tiegel. Das Antimon wird hiebei als kleinblättriger Metallkuchen erhalten. Die Feinheit des Korns ist ein Zeichen der Reinheit des Antimons.

Das Antimon ist zinnweiss, lebhaft metallglänzend, von specifischem Gewichte 6,7, von mässiger Härte, sehr spröde und leicht zu pulverisiren. Es schmilzt in gelinder Rothgluth und ist in der Weissglühhitze, zumal in einem Luftstrome flüchtig. Das Antimon erleidet bei gewöhnlicher Temperatur an der Luft keine Veränderung, aber im geschmolzenen Zustande oxydirt es sich an der Luft. Bei starkem Erhitzen verbrennt es mit weisser Flamme, und verbreitet dabei reichliche weisse Nebel. Wirft man eine geschmolzene, rothglühende Antimonkugel von einer gewissen Höhe auf den Boden, so beobachtet man ein sehr glänzendes, von dickem weissen Rauch begleitetes Verbrennen.

Das Antimon dient zu verschiedenen Metallcompositionen, besonders zu Schriftgiessereimetall (100 Pb, 30 Sb und 2 Sn); ferner in der Heilkunde zu vielen Präparaten; in der Chirurgie; Spiessglanzblätter verwendet man unter dem Namen Bronzirsalz zum

Chemikers Geber vor aus dem 12. Jahrhunderte, wesshalb es falsch ist, dass ein französischer Mönch Simon das Wort Antimon gebildet habe aus *ἀντί* gegen und moine Mönch, weil ihm zwei Mönche an kleinen Gaben von Spiessglanz starben, welche Andern nicht geschadet hatten. Wahrscheinlich vom arabischen Athimad, woraus später Atmadium und Antimonium entstand. Stibium *στίβι* oder *στίμι* ist der Name des Grauspiessglanzes bei den Alchemisten schon seit dem Mittelalter; von *στέιβω* oder *στίβω* festtreten, festmachen, weil das Metall seiner Sprödigkeit wegen erst gestossen werden muss, um dasselbe zur Spiessglanzsalbe verwenden zu können, ein im Oriente berühmtes Präparat zum Schwärzen der Augenbrauen.

Brüniren des Eisens, z. B. Flintenläufe, zum Schutze derselben gegen Rost.

Salpetersäure wirkt, selbst in verdünntem Zustande, lebhaft auf Antimon ein und verwandelt es in ein weisses, unlösliches Pulver. Vom Königswasser wird das Antimon leicht gelöst.

Es gibt zwei bestimmte Oxydationsstufen des Antimons, von welchen die eine die Eigenschaften einer Säure besitzt und daher Antimonsäure = Sb O^5 genannt wird, während die andere den Charakter einer schwachen Basis zeigt, Antimonoxyd = Sb O^3 heisst.

Einige Chemiker nehmen noch eine dazwischen liegende Oxydationsstufe des Antimons (Sb O^4) an, und geben dieser den Namen antimonige Säure; allein sie kann als eine Verbindung von Antimonoxyd mit Antimonsäure betrachtet werden: $\text{Sb O}^3 + \text{Sb O}^5 = 2 (\text{Sb O}^4)$.

Antimonoxyd = Sb O^3 , von einigen Chemikern auch antimonige Säure genannt, bildet sich beim Erhitzen des Antimons bei Luftzutritt.

Das Antimonoxyd ist graulich weiss. Erhitzt man es bei Luftzutritt, so nimmt es leicht Sauerstoff auf und verwandelt sich in antimonsaures Antimonoxyd (Sb O^4), welches nicht flüchtig ist. In der Natur findet man das Antimonoxyd selten als Weissspiessglanzerz.

Antimonsäure = Sb O^5 wird erhalten durch Behandlung von Antimon mit Salpetersäure, oder besser mit Königswasser, welches überschüssige Salpetersäure erhält. Hierbei entsteht ein weisses, unlösliches Pulver, Antimonsäurehydrat = $\text{Sb O}^5 + \text{HO}$, welche schon bei wenig erhöhter Temperatur Wasser verliert und sich in wasserfreie Antimonsäure verwandelt. In Chlorwasserstoffsäure löst es sich, besonders beim Kochen, jedoch immer schwierig auf.

Das neutrale antimonsaure Kali stellt man durch Schmelzen von 1 Theil Antimon mit 4 Theilen Salpeter dar.

Wird Antimonsäurehydrat oder neutrales antimonsaures Kali in einem Silbertiegel mit überschüssigem Kalihydrat erhitzt, so erleidet

es eine eigenthümliche Veränderung; die Antimonsäure erlangt, ohne ihre Zusammensetzung zu ändern, andere Eigenschaften; sie geht in eine neue Säure, welche man Metantimonsäure genannt hat, über.

Die Metantimonsäure kann aus dem metantimonsauren Kali durch stärkere Säuren abgeschieden werden. Der auffallendste Unterschied der Metantimonsäure von der Antimonsäure besteht darin, dass die Lösungen der ersteren Säure mit Natronsalzen einen unlöslichen Niederschlag geben, die der zweiten aber nicht. Man hat daher das metantimonsaure Kali als Reagens auf Natronsalze angewendet, doch muss es zu diesem Zwecke immer frisch bereitet sein, da es, in Lösungen wenigstens, bald in antimonsaures Kali übergeht, und somit die Eigenschaft, Natronsalze zu fällen, verliert.

Antimonsaures Antimonoxyd (antimonige Säure) = SbO^3 . $\text{SbO}^5 = \text{SbO}^4$ wird erhalten durch Erhitzen der Antimonsäure, wobei Sauerstoff entweicht und ein weisses Pulver, dessen Formel in einfachster Form SbO^4 geschrieben werden kann, zurückbleibt. Dasselbe findet sich auch in der Natur in geringer Menge als Spiessglanzzucker.

Antimonsalze.

Das weinsaure Antimonoxydkali (Brechweinstein) = $\text{KO} \cdot \text{SbO}^3 \cdot \text{C}^8\text{H}^4\text{O}^{10} + \text{HO}$ wird durch Kochen des gereinigten Weinsteins mit Antimonoxyd dargestellt. Der Brechweinstein wirkt in geringen Gaben lebhaft brechenerregend; grössere Mengen wirken giftig, er verwittert an der Luft und besitzt einen metallisch zusammenziehenden Geschmack.

Mit Chlor verbindet sich das Antimon in zwei, den genannten Sauerstoffverbindungen proportionalen Verhältnissen.

Das Dreifach-Chlorantimon (Antimonchlorür) = SbCl^3 wird erhalten, wenn man durch eine mit überschüssigem Antimon gefüllte Glasröhre einen Strom von Chlorgas leitet.

Das Dreifach-Chlorantimon ist eine weisse, krystallinische Masse; man nennt es wegen der weichen, butterartigen Consistenz auch Antimonbutter.

Das Fünffach-Chlorantimon (Antimonchlorid) = SbCl^5 stellt man durch Erhitzen von Antimon oder Dreifach-Chlorantimon in einem Strome von trockenem Chlorgas dar. Das Fünffach-Chlorantimon ist eine farblose, schwere Flüssigkeit, die an der Luft stark raucht.

Verbindungen des Antimons mit dem Schwefel.

Man kennt zwei Verbindungen des Schwefels mit dem Antimon; die erste, das Dreifach-Schwefelantimon = SbS^3 entspricht dem Antimonoxyd; die zweite Verbindung, das Fünffach-Schwefelantimon = SbS^5 entspricht der Antimonsäure.

Das Dreifach-Schwefelantimon findet sich in der Natur als Grauspiessglanzerz oder Antimonglanz. Es ist dunkelgrau, von entschiedenem Metallglanz, schmilzt leicht in der Rothglühhitze und erstarrt beim Erkalten krystallinisch.

Concentrirte Salzsäure löst das Schwefelantimon leicht unter Entwicklung von Schwefelwasserstoff auf; man wendet dieses Verhalten zur Darstellung von reinem Schwefelwasserstoffgas in den Laboratorien an.

Das Schwefelantimon lässt sich auch auf nassem Wege darstellen, indem man einen Strom von Schwefelwasserstoffgas durch eine mit Chlorwasserstoffsäure angesäuerte Lösung von Dreifach-Chlorantimon leitet.

Das Fünffach-Schwefelantimon = SbS^5 erhält man durch Einleiten von Schwefelwasserstoffgas in eine mit Chlorwasserstoffsäure versetzte Lösung von Fünffach-Chlorantimon. Der gelbe Niederschlag löst sich leicht in Kali oder Schwefelkalimetallen auf.

Kennzeichen der löslichen Antimonverbindungen.

Die Antimonlösungen geben mit Kali oder Natron weisse Niederschläge, welche in überschüssigem Alkali sich leicht lösen.

Die kohlensauen Alkalien erzeugen nach einiger Zeit einen weissen Niederschlag von Antimonoxydhydrat, der im Ueberschuss des Fällungsmittels nicht löslich ist.

Schwefelwasserstoff gibt einen charakteristisch orangefarbenen

Niederschlag; Schwefelammonium erzeugt anfangs denselben Niederschlag, doch löst es sich leicht in überschüssigem Schwefelammonium auf.

Eisen- oder Zinkblech schlägt das Antimon als schwarzes Pulver nieder; man kann dasselbe vor dem Löthrohre auf der Kohle zusammenschmelzen und erhält dabei ein Metallkorn, welches sich von dem in seinen Reactionen ähnlichen Zinn durch seine physikalischen Eigenschaften leicht unterscheiden lässt.

VIII. Wismuth^{*)}. Bismuthum. Bi.

Das Wismuth kommt in der Natur meistens gediegen, gewöhnlich in Speiskobalt eingesprengt vor, von welchem es durch Glühen in schiefen thönernen Röhren abgeschmolzen wird.

Schon im 15. Jahrhundert erwähnt Basilius Valentinus das Wismuth als eigenthümliches Metall; doch lernte es Pott 1739 erst genauer kennen.

Das käufliche Wismuth ist nie vollkommen rein, sondern enthält Eisen, Arsen, Nickel und andere Metalle beigemengt; diese Metalle sind leichter oxydirbar als das Wismuth und man kann sie daher entfernen, wenn man das gepulverte Wismuth mit $\frac{1}{10}$ seines Gewichtes Salpeter in einem Tiegel langsam erhitzt, bis der Salpeter sich zersetzt. Die fremden Metalle, sowie ein Theil des Wismuths oxydiren sich hiebei und verbinden sich mit dem Kali, das übrige Wismuth bildet auf dem Boden des Tiegels seine geschmolzene Masse (Regulus).

Zur Darstellung von chemisch-reinem Wismuth schmilzt man in einem Thontiegel eine Menge von basisch salpetersaurem Wismuthoxyd und schwarzem Fluss.

Das Wismuth ist grauweiss, zeigt aber gleichzeitig eine entschieden röthliche Färbung. Sein specifisches Gewicht ist 9,8. Es besitzt einen grossblättrigen, krystallinischen Bruch, ist ziemlich

^{*)} Wissmuth, Wismuth (Bismuthum), in älteren Schriften auch Wesemot genannt. Mathesius sagt, die alten Bergleute hätten es so genannt, weil es blühet „wie eine schöne Wiese“, darauf allerlei farbige Blumen stehen.

spröde und lässt sich sehr leicht durch Schmelzen krystallisirt erhalten. Die Krystalle, besonders die grösseren, sind gewöhnlich in schönen Farben irrisirend, was von einer oberflächlichen dünnen Oxydschichte herrührt. Das Wismuth schmilzt bei 264°C. ; beim Erstarren dehnt es sich stark aus; in der Weissglühhitze ist es flüchtig, lässt sich aber nur schwer destilliren. An trockener Luft verändert sich das Wismuth nicht; in Berührung mit feuchter Luft überzieht es sich allmählig mit einer sehr dünnen Oxydschichte. Beim Erhitzen an der Luft verbrennt es mit bläulicher Flamme.

Das Wismuth benützt man 1) zur Darstellung leichtflüssiger Metalllegirungen: a) Zinnloth (2 Sn, 1 Pb und etwas Bi) für Glaser, Zinngiesser und zu Metallknöpfen, b) zur Rose'schen Composition (2 Bi, 1 Pb und 1 Sn) schon in kochendem Wasser schmelzend, zum Ausspritzen anatomischer Präparate, zu Abgüssen von Holzformen, zu Sicherheitsventilen; 2) zu Wismuth-, Spanisch- oder Perlweiss (Schminkweiss); 3) zum Schwarzfärben der Haare; 4) als Heilmittel: Wismuthweiss in Verbindung mit anderen Mitteln gegen Magenkrampf.

Concentrirte Chlorwasserstoffsäure greift es nicht an und Schwefelsäure nur, wenn sie concentrirt und heiss ist; es entwickelt sich hiebei schwefelige Säure. Salpetersäure greift das Wismuth lebhaft an und löst es ganz auf. Das Wismuth bildet 3 Oxydationsstufen:

1) das Wismuthoxydul = BiO^2 ;

2) das Wismuthoxyd = BiO^3 ;

3) die Wismuthsäure = BiO^5 .

Man kennt noch ein nach der Formel BiO^4 zusammengesetztes Oxyd des Wismuths, welches aber richtiger als eine Verbindung der vorigen betrachtet und daher mit $\text{BiO}^3 \cdot \text{BiO}^5$ bezeichnet wird.

Wismuthoxyd = BiO^3 .

Bei dem Erhitzen an der Luft überzieht sich das Metall mit einer Haut von Wismuthoxyd; am besten stellt man dasselbe aber durch Glühen von basisch-salpetersaurem Wismuthoxyd dar. Es ist ein hellgelbes Pulver, schmilzt in der Rothglühhitze und erstarrt beim Erkalten wieder zu einer krystallinischen Masse.

Wismuthsäure = BiO^3 .

Beim Schmelzen von Wismuthoxyd mit Natronhydrat unter Luftzutritt, nimmt das Wismuthoxyd noch mehr Sauerstoff auf und verwandelt sich in Wismuthsäure, welche mit Wismuthoxyd und Alkali eine unlösliche Verbindung eingeht. Die Wismuthsäure ist ein rothes, schweres Pulver.

Wismuthoxydsalze.

Das Wismuth ist eine schwache Basis, welche mit verschiedenen Säuren krystallisirbare Salze bildet. Durch Wasser werden diese Salze zersetzt; es scheidet sich Wismuthoxyd mit einem Theile der vorhandenen Säure ab und der grösste Theil der Säure bleibt nebst wenig Wismuthoxyd in der Flüssigkeit ungelöst.

Salpetersaures Wismuthoxyd.

Das salpetersaure Wismuthoxyd, das wichtigste aller Wismuthsalze, stellt man durch Auflösen von metallischem Wismuth in Salpetersäure dar. Beim Abdampfen scheiden sich aus der Lösung grosse, farblose Krystalle aus, welche nach der Formel $\text{BiO}^3 \cdot 3\text{NO}^5 + 9\text{HO}$ zusammengesetzt sind. Die Krystalle lösen sich in wenig Wasser ohne Zersetzung auf, bei grösseren Wassermengen jedoch tritt eine Zersetzung ein; es scheidet sich basisch salpetersaures Wismuthoxyd (*Magisterium Bismuthi*) = $\text{BiO}^3 \text{NO}^5 + 2\text{HO}$ in zarten glänzenden Schuppen ab. Dieses Salz wird als Heilmittel und unter dem Namen Wismuthweiss als weisse Schminke angewendet, welche jedoch an schwefelwasserstoffhaltiger Luft schwarz wird.

Chlorwismuth.

Gepulvertes Wismuth verbrennt in trockenem Chlorgas mit blassblauem Licht zu Dreifach-Chlorwismuth = BiCl^3 . In reinem Wasser erleidet das Chlorwismuth eine Zersetzung; es scheidet sich Wismuthoxyd-Chlorwismuth (Wismuth-Oxydchlorid) = $\text{BiCl}^3 \cdot 2\text{BiO}^3$ als weisser Niederschlag ab und die Flüssigkeit enthält viel Chlorwasserstoffsäure und wenig Chlorwismuth ungelöst.

Schwefelwismuth.

Das Dreifach-Schwefelwismuth = BiS^3 findet sich in der Natur als Wismuthglanz in metallglänzenden rhombischen Krystallen. Auf nassem Wege erhält man auch Zweifach-Schwefelwismuth = BiS^2 durch Zersetzung von BiO^2 mit HS .

Kennzeichen der Wismuthoxydverbindungen.

Ein Kennzeichen der Wismuthsalze besteht darin, dass ihre Lösungen durch Verdünnung mit Wasser getrübt werden. Aetzende und kohlensaure Alkalien geben weisse, in überschüssigem Alkali unlösliche Niederschläge. Schwefelwasserstoff und Schwefelammonium geben einen schwarzen Niederschlag von Schwefelwismuth, der in überschüssigem Schwefelammonium unlöslich ist.

Eisen, Zink und Kupfer schlagen das Wismuth als schwarzes Pulver nieder, welches auf Kohle in der Reductionsflamme des Löthrohres leicht zu einem Metallkorn schmilzt und dabei die Kohle mit einem citrongelben Beschlag überzieht.

IX. Kobalt^{*)}. Cobaltum. Co.

Das Kobalt wurde 1733 zuerst von dem schwedischen Chemiker Brandt rein dargestellt; es ist nur als Erz, aber noch nicht als Metall practisch verwendet.

Die Kobalterze geben schon in geringer Menge dem Boraxglase eine schön saphirblaue Farbe und sind desshalb für Blaufarbewerke sehr edle Erze, wesshalb man denn das schon vor 300 Jahren als unnütz auf die Halden im sächsischen Erzgebirge geworfene und Kobalt gescholtene Erz zur Erzeugung einer sehr schönen, luft- und feuerbeständigen, allen Alkalien und Säuren (HF ausgenommen) widerstehenden Farbe, der Smalte oder Blaufarbe, benutzt hat.

^{*)} Die Bergleute bezeichneten früher mit Kobolt, dem Namen des bösen, neckenden Berggeistes, solche Erze, welche Arsenikrauch entwickeln, aber kein nützliches Metall liefern.

Das Kobalt kommt in der Natur meistens in Verbindung mit Arsenik als Speiskobalt, auch mit Arsenik und Schwefel zugleich verbunden, im Glanzkobalt vor. Man erhält es am besten durch Reduction seines Oxydes mit Wasserstoff. Es hat eine lichte, stahlgraue Farbe, starken Glanz und ein specifisches Gewicht = 8,5, ist hart und spröde, magnetisch, strengflüssig, feuerbeständig und an gewöhnlicher Luft unveränderlich. Von Salpetersäure, sowie von verdünnter Schwefel- und Salzsäure wird es aufgelöst. Mit Sauerstoff liefert es zwei Verbindungen: olivengrünes Kobaltoxydul = Co O und braunschwarzes Kobaltoxyd = $\text{Co}^2 \text{O}^3$.

Das Kobaltoxydul verbindet sich mit den Säuren zu pfirsichblüthrothen Salzen, welche durch Erhitzen blau werden und mit Schwefelwasserstoffammonium einen schwarzen, mit Aetzkali einen blauen, mit Ferrocyankalium einen grünen und mit kohlensauren Alkalien einen hellrothen Niederschlag geben.

Unter denselben sind vorzüglich das salpetersaure Kobaltoxydul und das kieselsaure Kali-Kobaltoxydul bemerkenswerth.

Um salpetersaures Kobaltoxydul = $\text{Co O} \cdot \text{NO}^5$ zu bereiten, löst man gerösteten Speiskobalt = NO^5 auf, verdünnt die Flüssigkeit stark mit HO und fügt unter stetem Umrühren so lange eine Lösung von $\text{KO} \cdot \text{CO}^2$ hinzu, bis die Flüssigkeit eine rosenrothe Farbe annimmt. Hiedurch werden Anfangs die fremdartigen Metalle als kohlensaure Salze niedergeschlagen und nachdem diese entfernt worden, wird aus der Flüssigkeit durch einen Ueberschuss von KO CO^2 auch das Kobaltoxydulhydrat gefällt, welches man sodann in NO^5 auflöst.

Diese Auflösung ist ein treffliches Reagens auf Thonerde, Bittererde und Zinkoxyd, indem sie die erstere beim Glühen vor dem Löthrohre blau, die zweite fleischfarben und das letztere grün färbt. Daher dient sie auch zur Darstellung zweier Farben, die in der Porzellanmalerei Anwendung finden, nämlich des Leyd'ner Blau (Thonerde-Kobaltoxydul) und des Rinman'schen Grün's, auch grüner Zinnober und Kobaltgrün (Zinkoxyd-Kobaltoxydul) genannt.

Das kiesel-saure Kali-Kobaltoxydul oder die Smalte*) ist eigentlich ein Glas, welches durch Kobaltoxydul blau gefärbt worden ist.

Das dazu benützte Kobalterz wird zuvor behutsam geröstet, theils um es zu oxydiren, theils um As und S in Dämpfen zu entfernen. Das Rösten darf nicht lange fortgesetzt werden, damit nicht auch das den Kobalterzen gewöhnlich beigemengte Nickel und andere Metalle oxydirt werden, und dann die Farbe verschlechtern.

Das geröstete Kobalterz heisst Safflor**) und wenn es noch mit Quarzsand vermengt wird, Zaffer***).

Man benützt die Smalte auf Malerfarbe, besonders auf gebrannte Geschirre, zum Färben des Papiers, zum Bläuen der Wäsche u. s. w.

X. Nickel. Niccolum. Ni.

Das Nickel†) kommt in der Natur nicht häufig, gewöhnlich in Gesellschaft des Kobalts und in Verbindung mit Arsenik als Arsenik- oder Kupfernichel vor, seltener als Schwefelnickel im Haarkies und als arsenig-saures Nickeloxydul im Nickelocker. Aus diesen Erzen abgeschieden, hat es eine siberweisse Farbe, einen starken Glanz und ein specifisches Gewicht = 9; es ist hart und dehnbar, magnetisch, geschmeidig-streng, flüssig, feuer- und luftbeständig, von Salpetersäure wird es mit grüner Farbe aufgelöst, aus welcher Auflösung ätzendes Kali blassgrünes Nickel-oxydulhydrat fällt, welches z. B. im Chrysopras die apfelgrüne Farbe

*) Von Schmelzen, daher Schmelzblau, Blaufarbenglas, Kobaltglas, ital. smalto, neulat. smaltum, mit Kobaltoxyd blau gefärbtes Glas, welches gepulvert als Farbestoff dient.

**) Safflor oder Saflor, von Saffran und flos, Blume, daher auch Florsaffran, ist 1) eine Färberpflanze und 2) die obige Kobaltfarbe.

***) Zaffer, Zaffera (verstümmelt von Sapphir) nennt man unter den Blaufarbenwerken die Kobaltoxyde, welche durch Röstung ihren Schwefel- und Arsenikgehalt verloren haben. Er wird zur Bereitung der Smalte gebraucht und auch auf Blaufarbenwerke verkauft, welche selbst keinen Kobalt haben.

†) Das Nickel wurde 1751 von dem schwedischen Mineralogen Cronstedt entdeckt.

bedingt, und durch Glühen in grünlich-graues Nickeloxydul verwandelt wird. Seine hauptsächlichste Anwendung ist die zur Darstellung des Neusilbers, Argentans oder Packfongs*), bestehend aus 3 Theilen Kupfer, 1 Theil Nickel und 1 Theil Zink. Ist silberweiss, dehnbar, polirbar und wohlklingend. Unterscheidung vom Silber mittelst Salpetersäure und Salzsäure.

XI. Arsenik**). Arsenicum. As.

Das Arsenik auch Giftkobalt***) kommt in der Natur gediegen als sogenannter Scherbenkobalt, ausserdem auch an Sauerstoff, Schwefel und Metalle gebunden vor. Das Arsenik hat eine stahlgraue Farbe, metallischen Glanz, blätteriges Gefüge, ist spröde, verwandelt sich in der Hitze in Dampf, ohne zuvor zu schmelzen, indem nämlich sein Schmelzpunkt höher liegt, als sein Kochpunkt und bildet grauweisse, knoblauchartig riechende Dämpfe. An der Luft verliert es bald seinen Glanz, indem es Sauerstoff anzieht und sich mit schwarzem Suboxyd bedeckt; geglüht, verbrennt es mit blassblauer Flamme zu weisser arseniger Säure. — Auf den thierischen Organismus wirkt es sowohl für sich, als auch in seinen Verbindungen als ein scharfes Gift. Man benützt es mit Wasser übergossen als Fliegengift, ferner zu verschiedenen Metall-Legirungen, als mit Kupfer zu Weisskupfer, mit Kupfer, Zinn oder Messing zu Metallspiegeln, mit Blei zu Schroten. Das Arsenik löst

*) In der Mandarinensprache Petung; aus Pack-Tong soll Tomback entstanden sein. (Tong im Chinesischen Kupfer.)

**) Von *ἀρσενικόν* oder *ἀρρῆενικόν* Arsenik, eigentlich männlich, in Bezug auf die Kraft seiner Wirkung als Gift. Die Römer bezeichneten mit Arsenicum vorzüglich unser Auripigment. Regulinischen Arsenik stellte zuerst Albertus Magnus, Albrecht Graf von Pollstadt, geb. 1193 zu Lauingen in Schwaben, gest. 1280 zu Cöln, dar. Berühmter Alchymist und erster bedeutender Chemiker Deutschlands.

***) Kobalt oder Kobold, womit die Bergleute nicht nur den Berggeist bezeichneten, sondern auch eine als dessen Werk betrachtete Erzart, das Grauerz, welches sie nicht für metallhaltig ansahen; nach Anderen aus dem Böhmischen Kow Erz, kowalty erzhaltig; auch Scherbenkobalt wegen der scherbenförmigen Bildung.

sich in Königswasser, mit Schwefelsäure behandelt entwickelt es Arsenikwasserstoffgas, ein farbloses Gas mit Knoblauchgeruch, welches indess die gefährlichste Arsenikverbindung und giftigste Gasart ist, wesshalb dessen Einathmung sorgfältig vermieden werden muss. (Luft in Zimmern mit ausgestopften Thieren und arsenikhaltigen Tapeten); Schwefelwasserstoff erzeugt in seinen sauren Auflösungen einen gelben Niederschlag von Schwefelarsenik.

Weisser Arsenik, arsenige Säure, dient zum Schutze ausgestopfter Thiere gegen Fäulniss und Zerstörung durch Insecten. In Verbindung mit Kupfersalzen (mit arsenigsaurem Kupferoxyd) zur Bereitung verschiedener grüner luft- und lichtbeständiger Farben, nämlich: a) des Scheel'schen Grüns oder Mineralgrüns; b) des Metall- oder Zwickauer Grüns; c) des Schweinfurter Grüns unter verschiedenen Namen bekannt.

Als Heilmittel wird Arsenik innerlich wegen seiner, durch Ueberreizung schnell tödtenden Wirkung nur selten und höchstens zu $\frac{1}{20}$ bis zu $\frac{1}{15}$ Gran gebraucht. Aeusserlich verwendet man Arsenik häufiger gegen Krebs, chronische Ausschläge etc. — Arsenikessen. — Vorsichtsmassregeln bei Verwendung von Arsenikfarben. — Entdeckung des Arseniks in Stearinkerzen, Talgkerzen, Tapeten, künstlichen Blumen, grünen Kleiderstoffen (Tarlatan) etc.

Die arsenige Säure = AsO_3 , im Handel auch weisser Arsenik genannt, erscheint im krystallisirten und amorphen Zustande, und zeigt dabei wesentlich verschiedene Eigenschaften; im krystallisirten Zustande ist sie undurchsichtig, hat ein specifisches Gewicht von 3,5 und ist in 8 Theilen Wasser löslich; dagegen die amorphe oder glasartige arsenige Säure hat ein specifisches Gewicht von 3,6 und ist in 9 Theilen Wasser löslich; sie fühlt sich fettig an, löst sich in Alkalien und bildet mit frischgefülltem Eisenoxydhydrat eine unlösliche Verbindung.

Arsenige Säure mit Chlor in Berührung, erzeugt sich Arsenik-Säure = AsO_5 und Salzsäure; es wird also dadurch das Wasser zersetzt und die bleichenden und zerstörenden Eigenschaften des

Chlors hören auf. Die arsenige Säure wird durch Metalle, Kohle oder Wasserstoffgas reducirt; im Handel führt sie, wie erwähnt, den Namen weisser Arsenik; einen Geruch hat sie nur unmittelbar bei ihrer Darstellung. In ihren Auflösungen gibt Schwefelwasserstoff einen gelben Niederschlag, Kalkwasser, ein weisses, salpetersaures Silberoxyd, ein gelbes, schwefelsaures Kupferoxyd-Ammoniak ein zeisiggraues Präcipitat. Diese Niederschläge entwickeln, auf Kohle gestreut, den eigenthümlichen Knoblauchgeruch und setzen, in einer Glasröhre mit Kohle und Boraxsäure oder kohlen-saurem Alkali geglüht, in dem oberen Theil derselben einen stahlgrauen Metallspiegel an, der aus reducirtem Arsenik besteht.

Die Arseniksäure = AsO_5 ist wegen ihres grossen hygroskopischen Vermögens selten fest; man erhält sie, wenn man arsenige Säure in Salpetersäure oder Königswasser kocht; — salpetersaures Silberoxyd erzeugt in ihr ein braunes, schwefelsaures Kupferoxyd, einen blauen Niederschlag; — Schwefelwasserstoff zeigt nur bei grossem Ueberschuss eine Reaction.

Von ihren Salzen findet das zweifach arseniksaure Kali, welches man durch Glühen von gleichen Theilen arseniger Säure und Salpeter erhält, in der Kattundruckerei Anwendung.

Mit dem Schwefel verbindet sich der Arsenik zu rothem Zweifach-Schwefelarsenik, Realgar^{*)} oder Rauschroth^{**)} genannt = AsS_2 , und zu gelbem Dreifach-Schwefelarsenik = As_2S_3 , das unter dem Namen Auripigment^{***)}, Operment und Rauschgelb bekannt ist. Beide finden sich schon gebildet in der Natur, sind weit weniger giftig als die Oxyde und werden

^{*)} Aus dem arabischen reialgar, neulateinisch risigallum, italienisch rosso giallo, *σανδαράκη* bei Aristoteles.

^{**) Rauschgelb und Rauschroth wegen des leisen Geräusches beim Zertheilen.}

^{***)} Von der Gold (aurum) ähnlichen Farbe (pigmentum); wegen des Gebrauchs als Malerfarbe und in der Malerei unter dem Namen auripigmentum schon dem Plinius bekannt. Operment ist durch Verstümmelung aus Auripigment entstanden.

als Malerfarben, das Realgar auch in der Kattundruckerei und zur Erzeugung von chinesischem Weissfeuer gebraucht.

Die feinste Sorte von Rauschgelb heisst Königsgelb (Neugelb, Spanischgelb), welches indess jetzt durch Chromgelb (chromsaures Bleioxyd) ersetzt wird; ferner dient es zur Bereitung des grünen Saffians, zum Rusma*) der Türken, um Haare wegzubeizen; ist jedoch schädlich.

Entdeckung des Arseniks bei Vergiftungsfällen.

Um einen Körper auf Arsenik zu untersuchen, z. B. den Speisebrei des Magens, mischt man denselben mit Wasser, setzt Kalilauge hinzu und erwärmt. Um nun die Flüssigkeit filtrirbar zu machen, leitet man in dieselbe so lange Chlor hinein, bis diese vollkommen weiss erscheint, filtrirt und erhält eine klare Flüssigkeit, leitet in diese Schwefelwasserstoff und erhält auf diese Weise ein Präcipitat von gelbem Schwefelarsenik. Um nun aus diesem das metallische Arsenik darzustellen, mischt man einen Theil davon mit einer Mischung von kohlensaurem Natron und Cyannatrium, bringt das Ganze in eine Glasröhre, trocknet es, leitet dann einen schwachen Strom Kohlensäure darüber und erhitzt die Röhre von Aussen bis zur schwachen Glühhitze, worauf sich in derselben auch bei einer sehr geringen Menge von Arsenik ein Metallspiegel bildet, welcher nur von Arsenik herrühren kann, da das Antimon unter diesen Verhältnissen keinen solchen bildet. Eine andere Art der Untersuchung besteht darin, dass man den zu untersuchenden Körper in einen geräumigen Kolben bringt, Kochsalz und überschüssige Schwefelsäure zusetzt und das Ganze in einem Wasserbade erhitzt, worauf Arsenikchlorür = AsCl_3 überdestillirt. Das erhaltene Destillat wird dann dem Marsh'schen**) Apparat übergeben. Eine dritte Art der Untersuchung besteht darin, dass man das Arsenik auf die erste Weise in gelbes Schwefelarsenik verwandelt, zu diesem Nieder-

*) Russischer Name für Arseniksalbe.

**) Von dem Engländer James Marsh 1826 angegebene Einrichtung, welche zur Entdeckung der geringsten Menge von Arsenik bei chemischen und gerichtlichen Untersuchungen bestimmt ist.

schlage so lange reines Wismuthoxyd hinzusetzt, bis dasselbe nicht mehr schwarz wird, worauf dann aller Schwefelarsenik in arsenige Säure übergeführt wurde, — die Flüssigkeit abdampft, glüht, Salzsäure hinzusetzt und endlich ebenfalls dem Marsh'schen Apparat übergibt; — der nunmehr beim Verbrennen des Wasserstoffes an kalten Gegenständen, z. B. einer Porzellanschale, sich anlegende Metallspiegel löst sich in Chlorwasser leicht auf, worin dann salpetersaures Silberoxyd einen braunen Niederschlag von arseniksaurem Silberoxyd $= \text{AgO} \cdot \text{AsO}^5$ hervorbringt.

Als Gegenmittel bei allenfalls vorkommenden Vergiftungsfällen werden empfohlen: Milch u. s. w., überhaupt fettartige Substanzen, Wasser, in welchem glühendes Eisen abgekühlt worden ist, bei weitem am wirksamsten und sichersten zeigt sich aber frisch gefülltes Eisenoxydhydrat.

XII. Quecksilber*). Hydrargyrum**). Hg.

Das Quecksilber findet sich in der Natur nur spärlich gediegen, am häufigsten, mit Schwefel verbunden, als Zinnober***), aus welchem alles käufliche Quecksilber abgeschieden wird. Die Zersetzung des natürlichen Schwefelquecksilbers wird im Grossen entweder durch Kalk oder durch Eisenhammerschlag bewirkt.

Das im Handel vorkommende Quecksilber ist niemals ganz rein, sondern enthält auch fremde Metalle, als Blei, Wismuth, Zink bei-

*) Queck oder quick, d. h. lebendig; davon der Ausdruck anquicken, d. h. sich mit andern Metallen verbinden; Silber, wegen der Aehnlichkeit in der Farbe. Quecksilber heisst in der Chemie Mercurius (§), nach dem Götterboten Mercurius, dem Sohne Jupiters, benannt.

**) ὕδρ-ἄργυρος künstlich bereitetes Quecksilber von ὕδωρ Wasser und ἄργυρος Silber, eigentlich flüssiges, lebendes (vivum) Silber (argentum).

***) Cinnabaris, κιννάβαρι soll nach Plinius und Theophrast das sogenannte Drachenblut bedeuten, seiner ausgezeichneten rothen Farbe wegen auf dieses Mineral übertragen, welches die Römer im Gegensatze zu dem künstlichen Zinnober (cinnabaris) Minium nannten (ἄμμιον im Griechischen), minea im Baskischen, da die Römer allen Zinnober aus Spanien bezogen.

gemengt, welche nach und nach auf der Oberfläche desselben ein schwarzbraunes Oxydhäutchen hervorbringen, das mittelst Durchpressen durch sämisch-gahres Leder entfernt werden kann. Gewöhnlich wird jedoch das Quecksilber schon früher gereinigt, entweder dadurch, dass man es der Destillation aus Glasretorten unterwirft und die entweichenden Dämpfe in vorgeschlagenes Wasser leitet, wobei die weniger flüchtigen Metalle in der Retorte zurückbleiben; oder dass man es mit wenig Salpetersäure behandelt, um die leichter oxydirbaren fremden Metalle darin aufzulösen. Vollständig gelingt jedoch die Reinigung des Quecksilbers auf keine der angegebenen Weisen; um es chemisch rein zu erhalten, muss man künstlich dargestellten Zinnober mit gleichen Theilen Eisenfeilspänen der Destillation unterwerfen.

Das Quecksilber hat eine zinnweisse Farbe, starken Glanz und ein specifisches Gewicht = 13,5; es ist bei gewöhnlicher Temperatur tropfbar-flüssig, erstarrt bei -40°C. zu einer dehnbaren und weichen Masse, verflüchtigt schon bei gewöhnlicher Luftwärme in der Gesundheit nachtheiligen Dünsten, kommt erst bei 360° zum Kochen und bleibt an der Luft unverändert. Durch Schütteln mit Wasser oder Reiben mit Fett oder irgend einem Pulver, zertheilt es sich zu einem feinen, grauen Staube. Von Wasser und Salzsäure wird es nicht angegriffen, wohl aber von Salpetersäure, Chlor, Königswasser und Schwefelsäure. Man benützt das Quecksilber zum Ausbringen des Silbers und Goldes aus ihren natürlichen Verbindungen, zum Belegen der Spiegel, zum Vergolden und Versilbern im Feuer, zum Füllen meteorologischer Instrumente, zur Darstellung verschiedener chemischer und pharmaceutischer Präparate.

Das Quecksilber wird schon 300 Jahre v. Chr. bei Theophrastus erwähnt, auch spielt es bei den Alchemisten später eine wichtige Rolle. Diese verwandelten das Quecksilber durch Erhitzen unter Zutritt der Luft in ein rothes Pulver (Quecksilberoxyd), welches durch starke Hitze wieder in Quecksilber und Sauerstoff zersetzt wird. Aus genanntem rothen Quecksilberpräparate wurde 1774 zuerst der Sauerstoff in Gasform durch Priestley und Scheele und später durch Lavoisier dargestellt, und dadurch eine gänzliche Re-

form in der Chemie bewirkt. Die Araber kannten schon das Sublimat (Hg Cl).

Verbindungen des Quecksilbers mit dem Sauerstoffe.

Es gibt zwei Oxydationsstufen des Quecksilbers:

1) das Quecksilberoxydul $= \text{Hg}^2\text{O}$ und

2) das Quecksilberoxyd $= \text{Hg O}$.

Das Quecksilberoxydul erhält man durch Fällen einer Auflösung von salpetersaurem Quecksilberoxydul mit Kali oder Natron als ein grauschwarzes Pulver, das im Sonnenlichte oder bei mässiger Wärme desoxydirt wird und mit Säuren farblose, auflösliche Salze bildet, die durch Wasser in basische, unlösliche und in saure lösliche geschieden werden.

Das Quecksilberoxyd oder das rothe Präcipitat stellt man am besten durch Erhitzen eines Gemenges von salpetersaurem Quecksilberoxyd mit metallischem Quecksilber dar, wobei an letzteres von der Salpetersäure Sauerstoff abgegeben wird und Stickstoff entweicht. Es ist ein ziegelrothes, krystallinisch glänzendes, sehr giftiges Pulver, das beim Erhitzen schwarz, beim Erkalten roth wird und bei stärkerer Hitze in Sauerstoff und Quecksilber zerfällt. Man gebraucht es als äusserliches Mittel in der Arzneikunde, sowie zur Darstellung des Sauerstoffes.

Quecksilberoxydulsalze.

Die neutralen Salze sind farblos, wenn die Säure selbst keine Farbe besitzt; die basischen dagegen sind meistentheils gelb gefärbt. Die meisten neutralen Salze sind in Wasser löslich, aber einige werden durch Wasser zerlegt; es scheidet sich ein unlösliches basisches Salz ab und ein saures Salz bleibt gelöst. Die Quecksilberoxydulsalze kann man an folgenden Eigenschaften erkennen:

Kaustische Alkalien und Ammoniak geben einen schwarzen, in überschüssigem Ammoniak unlöslichen Niederschlag, welcher beim Erwärmen kleine metallische Quecksilberkügelchen hervortreten lässt.

Schwefelwasserstoff oder Schwefelammonium geben

einen schwarzen, in überschüssigem Schwefelammonium unlöslichen Niederschlag.

Durch Chlorwasserstoffsäure oder Chlormetall wird ein weisser, in Wasser und verdünnten Säuren ganz unlöslicher Niederschlag von Quecksilberchlorür = Hg^2Cl gefällt.

Jodkalium gibt einen grünlich-gelben, in überschüssigem Jodkalium löslichen Niederschlag.

Durch metallisches Eisen, Zink oder Kupfer wird das Quecksilber aus seinen Lösungen abgeschieden.

Unter den Salzen dieser Art ist besonders bemerkenswerth das salpetersaure Quecksilberoxydul = $\text{Hg}^2\text{O} \cdot \text{NO}^5 + \text{HO}$. Uebergiesst man Quecksilber mit verdünnter Salpetersäure und lässt die Mischung bei gewöhnlicher Temperatur stehen, so scheiden sich rhombische Tafeln von der Zusammensetzung $\text{Hg}^2\text{O} \cdot \text{NO}^5 + 2\text{HO}$ aus.

Das salpetersaure Quecksilberoxydul dient zur Darstellung von vielen Quecksilberpräparaten, sowie als Beize für die Hasenhaare zum Behufe der Hutfabrikation.

Quecksilberoxydsalze.

Die neutralen Quecksilberoxydsalze sind farblos, die basischen oft gelb gefärbt. Ihre Lösungen zeigen folgende Reactionen:

Im Ueberschuss angewendete Kali- oder Natronlauge fällt aus ihnen ein gelbes Quecksilberoxyd.

Ammoniak gibt mit den meisten Quecksilberoxydsalzen einen weissen, stickstoffhaltigen Niederschlag.

Kohlensaures Kali gibt einen rothbraunen, im Ueberschuss unlöslichen Niederschlag.

Schwefelwasserstoff bewirkt, in geringer Menge zugesetzt, einen weissen Niederschlag, eine Doppelverbindung von Schwefelquecksilber mit dem vorhandenen Quecksilberoxydsalz. Fügt man hierauf mehr Schwefelwasserstoff hinzu, so ändert der Niederschlag seine Farbe, und geht durch Gelb und Braun allmählig in schwarzes Schwefelquecksilber = HgS über.

Jodkalium gibt einen schönen rothen Niederschlag, der so-

wohl in überschüssigem Jodkalium, als auch in überschüssigem Quecksilberoxydsalz löslich ist.

Durch Chlorwasserstoffsäure oder lösliche Chlor-metalle werden die Lösungen der Quecksilberoxydsalze nicht gefällt.

Um zu sehen, ob eine Lösung gleichzeitig Quecksilberoxyd und Oxydul enthält, setzt man zuerst Salzsäure zu, fällt hiedurch sämtliches Oxydul, während alles Oxyd gelöst bleibt. Erhält man daher in der vom Niederschlag abfiltrirten Flüssigkeit durch Kali eine gelbe oder durch Jodkalium eine rothe Fällung, so ist auch Quecksilberoxyd vorhanden.

Salpetersaures Quecksilberoxyd $= \text{HgO} \cdot \text{NO}^5 + 8 \text{HO}$. Dieses stellt man durch Auflösen von Quecksilber in überschüssiger erhitzter Salpetersäure dar, wobei man die Flüssigkeit so lange kocht, bis sich keine rothen Dämpfe mehr entwickeln.

Schwefelsaures Quecksilberoxyd $= \text{HgO} \cdot \text{SO}^3$. Man stellt diese Verbindung durch Erhitzen von metallischem Quecksilber mit überschüssiger Schwefelsäure dar.

Bei der Behandlung mit viel Wasser wird es in ein gelbes, basisches Salz, drittelschwefelsaures Quecksilberoxyd $= 3 \text{HgO} \cdot \text{SO}^3$ und in eine Lösung eines sauren Salzes verwandelt. Das gelbe unlösliche Salz, welches hiebei erhalten wird, findet in der Medicin unter dem Namen mineralischer Turpith Anwendung.

Unter den Haloïdsalzen des Quecksilbers sind vorzüglich das Quecksilberchlorür, das Quecksilberchlorid und das Quecksilberjodid bemerkenswerth.

Das Quecksilberchlorür $= \text{Hg}^2 \text{Cl}$, welches in der Natur als Quecksilberhornerz vorkommt, künstlich dargestellt aber Calomel*) oder versüsstes Quecksilber (*Mercurius dulcis*) genannt wird, erhält man auf nassem Wege durch Fällung einer Lösung von salpetersaurem Quecksilberoxydul mit einer Lösung

*) Kalomel von *καλός* schön und *μέλας* schwarz, weil aus einer schwarzen Masse durch Sublimation eine schöne weisse geworden ist, oder in *μελι* mel, Honig, übergedeutet das versüsstes Quecksilber.

von Kochsalz, auf trockenem Wege durch Sublimation eines Gemenges von 3 Theilen Quecksilber mit 4 Theilen Quecksilberchlorid. Im sublimirten Zustande erscheint es als eine krystallinisch-strahlige, diamantglänzende Masse; im gefällten oder geriebenen Zustande aber als ein weisses, schweres, in Wasser unlösliches Pulver, das als Arzneimittel in hohem Ansehen steht.

Das Quecksilberchlorid = HgCl , auch ätzendes Quecksilbersublimat oder kurzweg Sublimat genannt, erhält man durch Sublimation eines Gemenges von gleichen Theilen Quecksilberoxyd und Kochsalz. Es krystallisirt in farblosen, vierseitigen Säulen, löst sich in 18 Theilen kalten und 2 Theilen siedenden Wassers, leichter in Weingeist und Aether, und ist ein sehr heftiges Gift, gegen welches Eiweiss als Gegenmittel dient, indem es von demselben vollständig aus seiner Lösung gefällt wird. Man gebraucht es als Arzneimittel, zur Darstellung verschiedener chemischer Präparate und in der Kattundruckerei.

Weil Sublimat Pflanzen- und Thierstoffe vor Fäulniss schützt, tränkt man mit demselben auch (cyanisirt*) das Holz zum Schiffbau und zu Eisenbahnschwellen; neuerdings dient jedoch zu diesem Zwecke das wohlfeilere holzessigsäure Eisen, sowie das Chlorzink.

Das Quecksilberjodid = HgJ wird durch Fällen einer Quecksilberchloridlösung mit Jodkalium erhalten; es ist ein scharlachrothes, in Wasser unlösliches Pulver, das durch Sublimiren gelb, beim Zerreiben aber wieder roth wird und als Malerfarbe dient.

XIII. Silber**). Argentum. Ag.

Das Silber kommt in der Natur gediegen, dann geschwefelt im Silberglanz oder Glaserz, mit Chlor verbunden im Silber-

*) Nach dem Erfinder Kyan benannt.

**) Silber schon bei Ulfilas genannt, im Latein argentum, bei den Alchymisten mit dem Zeichen des Mondes (☾) bezeichnet, wegen seiner Farbe. Weil die Krystalle gerne dendritische Formen bilden, hat man den Namen Silber fälschlich auch von Silviger, Waldträger, ableiten wollen.

hornerz, in Verbindung mit Spiessglanz im Spiessglanzsilber und mit Schwefelspiessglanz oder Schwefelarsenik im Rothgültigerz und Sprödglasserz vor.

Das unmittelbar aus dem einen oder anderen dieser Erze gewonnene Silber enthält noch häufig andere Metalle, namentlich Kupfer beigemengt. Um es chemisch rein zu erhalten, löst man kupferhaltiges Silber, z. B. Silbermünzen, in Salpetersäure auf und setzt zu der Lösung Salzsäure oder Kochsalz, wodurch Chlorsilber gefällt wird. Dieses wird mit Wasser gut ausgewaschen, getrocknet und in geschmolzene Pottasche oder Soda eingetragen, wobei unter Entbindung von Kohlensäure, Chlorkalium oder Chlornatrium und regulinisches Silber entstehen. Durch Verstärkung der Hitze schmilzt dann letzteres zu einem Stücke zusammen.

Das Silber hat eine reine weisse Farbe, sehr lebhaften Glanz und ein specifisches Gewicht = 10,5. Es ist härter als Gold, aber weicher als Kupfer, in hohem Grade geschmeidig und dehnbar, elastisch und klingend. Bei gewöhnlicher Temperatur wird es weder von der Luft, noch vom Wasser angegriffen; bei der Gelbrothglühhitze schmilzt es und verschluckt dabei Sauerstoff, ohne sich jedoch mit demselben chemisch zu verbinden, indem dieser beim Erstarren wieder entweicht und dabei, wenn dieses durch rasches Abkühlen befördert wird, das Silber in Kugeln oder blumenkohlähnlichen Figuren auftreibt, eine Erscheinung, welche das Spratzen genannt wird. Nur im Brennpunkte eines Hohlspiegels kann es verflüchtigt werden. Es ist in wässriger Salpetersäure und in kochender Schwefelsäure auflöslich; von Salzsäure wird es nicht angegriffen.

Die gewöhnlichste Anwendung des Silbers ist die zu Münzen, wozu es aber, da es für sich zu weich ist, erst in gesetzlich vorgeschriebenen Verhältnissen mit Kupfer legirt werden muss. Ebenso dient dieses legirte Silber zu den verschiedenartigsten Geräthen, Schmuckgegenständen u. s. w. Ganz reines Silber braucht man zum Versilbern anderer Gegenstände, zu chemischen und pharmaceutischen Zwecken u. s. w.

Der technische Werth des Silbers beruht auf seiner grossen

Streckbarkeit, seinem Glanze und der Unveränderlichkeit an der Luft und im Wasser sowie auf seiner mässigen Härte.

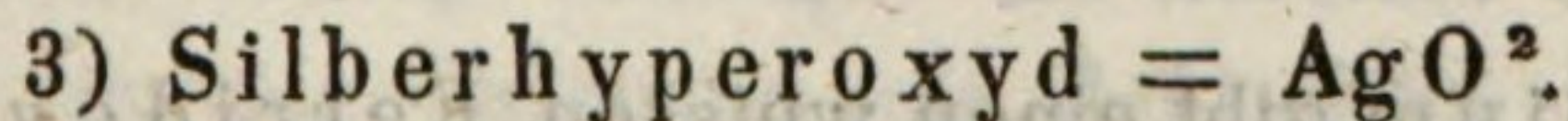
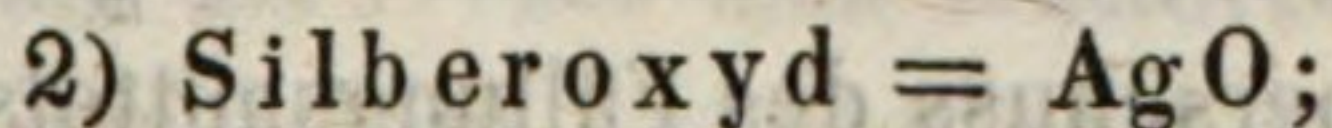
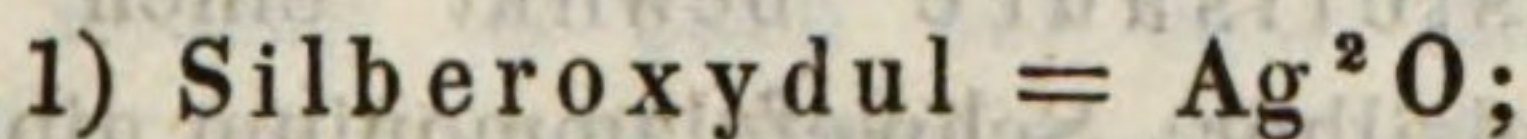
Mit Kupfer legirt, in Berührung mit Säuren Grünspan ansetzend; in den meisten Ländern 12löthig. Benutzung: zu Münzen, Schmucksachen, Silbergeräthen, Instrumenten, zum Versilbern, zu medicinischen und chemischen Präparaten.

Wegen der grossen Verwandtschaft des Silbers zum Schwefel laufen Silbergeräthe immer schwärzlich an, wenn sie in die Nähe von schwefelhaltigen Stoffen kommen (silberne Löffel in Berührung mit Stockfischen, Zwiebeln, manchen Schwämmen, Eiern etc.).

Das Silber war schon im hohen Alterthume bekannt: eine gewogene Menge Silbers als Kaufmittel kommt schon bei Abraham vor. Die Quellen des Baetis oder heutigen Guadalquivir in Spanien sollten aus silbernen Wurzeln entspringen und die Phönizier machten sogar ihre Anker aus Silber, um möglichst viel davon fortbringen zu können. In Griechenland waren besonders die Silberbergwerke von Laurion und Sunion berühmt, in welchen zur Zeit des Themistokles gegen 30,000 Sklaven arbeiteten und mit den dortigen Erzen jährlich über 1 Million Thaler Ausbeute erlangten. Hannibal führte den zweiten punischen Krieg mit spanischem Silber; Plinius erzählt von silbernen Kochgeschirren, Bettstellen, Wagen u. s. w., welche man in Rom hatte.

Verbindungen des Silbers mit dem Sauerstoffe.

Man kennt jetzt drei Oxydationsstufen des Silbers:



Von diesen Verbindungen bietet hauptsächlich das Silberoxyd = AgO Interesse dar.

Das Silberoxyd zerfällt in der Hitze leicht in metallisches Silber und Sauerstoff; dasselbe geschieht schon bei gewöhnlicher Temperatur im Sonnenlichte. Versetzt man eine Lösung von salpetersaurem Silberoxyd mit überschüssiger Kalilauge, so scheidet

sich das Silberoxyd als hellbrauner Niederschlag ab, der beim Trocknen dunkler wird. Es ist eine starke Basis, welche sich selbst mit den schwächsten Säuren vereinigt, aber auch die stärksten Säuren vollständig neutralisirt.

Bei der Electrolyse einer concentrirten Lösung von salpetersaurem Silberoxyd scheidet sich am positiven Pole (wenn dieser aus einem Platindraht besteht) Silberhyperoxyd = AgO^2 in spröden metallglänzenden, schwarzen Oktaedern ab. Dieselbe Verbindung erhält man durch Einwirkung von Ozon auf feuchtem Silberblech.

Das Silberoxyd verwandelt sich beim Digeriren mit concentrirtem, wässerigem Ammoniak in ein schwarzes, äusserst leicht und heftig verpuffendes Pulver, welches man Bertholet's Knallsilber nennt und wahrscheinlich die Formel: $\text{AgO} \cdot \text{NH}^3$ besitzt.

Silberoxydsalze.

Alle Silberoxydsalze schwärzen sich am Sonnenlichte, indem sie eine Zersetzung erleiden, in welcher metallisches Silber ausgeschieden wird; sie sind ferner farblos, wenn die Säure keine ihrer eigenthümlichen Farben besitzt.

Die löslichen Silberoxydsalze zeigen folgende charakteristische Reactionen:

Kali- oder Natronlauge fällen aus ihnen braunes, in überschüssigem Alkali unlösliches Silberoxyd.

Schwefelwasserstoffsäure bewirkt einen schwarzen Niederschlag von Schwefelsilber; Schwefelammonium gibt denselben Niederschlag, welcher im Ueberschuss des Fällungsmittels löslich ist.

Ferrocyankalium gibt einen weissen, Ferridcyankalium einen rothbraunen Niederschlag.

Chlorwasserstoffsäure und alle löslichen Chlormetalle bringen in Silberlösungen einen weissen Niederschlag von Chlorsilber hervor, der in Salpetersäure ganz unlöslich, in Ammoniak aber leicht löslich ist. Der Niederschlag schwärzt sich am Lichte rasch und nimmt dabei zuerst eine violette Farbe an.

Das Silber wird aus seinen Lösungen durch viele Metalle, namentlich durch Eisen, Zink und Kupfer in metallischem Zustande abgeschieden, wobei sich eine entsprechende Menge des anderen Metalles auflöst. Auch das Quecksilber bewirkt diese Abscheidung des Silbers, aber das niederfallende Silber vereinigt sich mit dem Quecksilber und verwandelt dieses allmählig in ein festes Amalgam, das in langen, glänzenden Krystallnadeln die Flüssigkeit durchzieht. Diese Krystallisation nennt man *Dianenbaum*.

Unter den Salzen des Silbers sind vorzüglich das salpetersaure und schwefelsaure Silberoxyd bemerkenswerth.

Das salpetersaure Silberoxyd $= \text{AgO} \cdot \text{NO}^5$, in den Apotheken *Höllenstein* genannt, wird gewöhnlich auf folgende Weise dargestellt: Man löst kupferhaltiges Silber in Salpetersäure auf, raucht die Auflösung bis zur Trockene ab und schmilzt den Rückstand. Das neben dem salpetersauren Silberoxyd entstandene salpetersaure Kupferoxyd wird dadurch zersetzt, verliert Salpetersäure und hinterlässt Kupferoxyd oder wenigstens ein basisches Kupfersalz, welches bei dem Behandeln der geschmolzenen Masse mit Wasser als schwarzes Pulver ungelöst bleibt. Die Lösung wird alsdann entweder bloß bis zum Krystallisationspunkte abgeraucht, worauf das Salz in farblosen rhombischen Tafeln anschießt, oder zur Trockene eingedunstet, geschmolzen und in eisernen Formen zu Stängelchen gegossen. Das salpetersaure Silberoxyd wird in der Chemie als vorzüglichstes Reagens auf Salzsäure und Chlor gebraucht, welche es auch bei sehr starker Verdünnung durch einen weissen, am Lichte sich schwärzenden und in Ammoniak auflöslichen Niederschlag anzeigt. Es zerstört organische Stoffe und wird daher in der Chirurgie als Aetzmittel angewendet. In gelöstem Zustande schwärzt es die organischen Substanzen, die damit bestrichen werden, und man benützt es daher zum Färben der Haare und zum Zeichnen der Leinwand. Durch eine Auflösung von Cyankalium oder unterschwefeligsäurem Natron kann die schwarze Färbung rasch wieder besetzt werden.

Das schwefelsaure Silberoxyd $= \text{AgO} \cdot \text{SO}^3$ wird durch

Erhitzen von metallischem Silber mit concentrirter Schwefelsäure erhalten.

Dieses Salz ist sehr schwer löslich, denn kochendes Wasser löst kaum 1 Procent davon auf.

Unter den Haloïdsalzen des Silbers ist vorzüglich das Chlorsilber = AgCl hervorzuheben. Die Natur liefert es als Silberhornerz, künstlich wird es durch Versetzen einer Silberauflösung mit Salzsäure oder Kochsalz erzeugt. Man benützt es zum Versilbern metallischer Gegenstände, indem es leicht durch andere Metalle zelegt wird.

XIV. Platin*). Platinum. Pt.

Das Platin findet sich in der Natur gediegen, aber nie ganz rein, sondern stets mit Palladium**), Iridium***), Rhodium†), Osmium††), oft auch mit Eisen, Gold und Ruthenium verbunden. Platina wurde von einem spanischen Geometer, Don Ulloa, 1735 in Peru entdeckt und von einem englischen Metallurgen, Charles Wood, 1741 aus Jamaika nach Europa gebracht und von dem schwedischen Chemiker Scheffer 1752 zuerst als ein eigenthümliches Metall erkannt; findet sich indess erst seit 1822 auch in den Goldwäschen des Urals; die Gesammtausbeute des Platins mag seit seiner Entdeckung gegen 600 Ctr. betragen.

Es erscheint in rundlichen oder eckigen Körnern, die von dem Sande, in welchem sie vorkommen, durch Schlämmen geschieden

*) Platina oder Platin, platinja oder platina, im Spanischen silberähnlich, plata Silber: also Halbsilber, Kleinsilber.

**) Nach dem Planeten Pallas benannt; von Wollaston (1803) im rohen Platin entdeckt; sechsmal so theuer als Gold.

***) Nach den bunten Farben seiner Salze benannt; von Tennant 1803 entdeckt.

†) Nach der rosenrothen Farbe seiner Salze ($\rho\acute{o}\delta\omicron\nu$ Rose); von Wollaston 1804 im rohen Platin entdeckt.

††) Entwickelt vor dem Löthrohre in der Platinzange durchdringend riechende Dämpfe, daher Osmium benannt ($\acute{o}\sigma\mu\acute{\eta}$ Geruch).

werden. Ganz rein erhält man es durch Auflösen dieser Körner in Königswasser, Fällen der Auflösung durch Salmiak und Erhitzen des entstandenen gelben Platinsalmiak's, bis der Salmiak verflüchtigt ist.

Das Platin bleibt als eine poröse, zunderartige Masse, als sogenannter Platinschwamm zurück, dem man durch Reiben, heftiges Zusammenpressen, wiederholtes Glühen und Hämmern Zusammenhang ertheilt.

Das Platin hat eine graue, zwischen der des Silbers und des Stahls stehende Farbe, einen lebhaften Glanz und ein specifisches Gewicht = 21,5. Es ist weicher als Silber, sehr dehnbar, jedoch in geringerem Grade als Gold und Silber, und fast so zähe, wie Eisen. Im Ofenfeuer ist es unschmelzbar, erweicht aber darin und lässt sich in der Weissglühhitze schweissen. Es oxydirt sich bei keiner Temperatur an der Luft, wird nur von Königswasser aufgelöst, wobei sich Platinchlorid bildet, wird aber auf trockenem Wege auch durch ätzende und salpetersaure Alkalien angegriffen und verbindet sich in der Hitze leicht mit Phosphor, Schwefel und leicht schmelzbaren Metallen. Es ist das vorzüglichste Material für Geräthschaften zum chemischen Gebrauche, als Schmelztigeln, Schalen, Retorten u. dgl.; man benützt es auch als Blech und Draht und in Russland werden Münzen daraus geprägt. Zum Löthen desselben kann nur Dukatengold gebraucht werden.

Eine sehr merkwürdige Eigenthümlichkeit des Platins ist die, im porösen oder fein zertheilten Zustande begierig Gasarten aufzusaugen, unter Erglühen zu verdichten und chemische Verbindungen zwischen denselben zu Stande zu bringen. Man benützt daher den Platinschwamm zu Schnellfeuerzeugen, indem man einen Strom von Wasserstoffgas auf denselben leitet. Dieser kommt in den Poren des Schwammes mit der darin enthaltenen atmosphärischen Luft in Berührung, wird mit dem Sauerstoffe derselben zu Wasser verdichtet und dadurch ein solches Maas von Wärme entbunden, dass der Schwamm augenblicklich in's Glühen geräth und den neu hinzuströmenden Wasserstoff entzündet.

Kräftiger noch wirkt das sogenannte Platinschwarz, d. i.

sammetschwarzes Platinpulver, welches man erhält, wenn Platinchlorid in concentrirter Aetzkalilauge aufgelöst und die schwarze Flüssigkeit allmählig mit Weingeist zersetzt wird. Unter Aufbrausen setzt sich ein schwarzes Pulver ab, das man zuerst mit Weingeist, dann mit Salzsäure und zuletzt nochmals mit Wasser auskocht und dann trocknet. Ausserdem, dass schon das kleinste Körnchen dieses Pulvers den Wasserstoff entzündet, besitzt es auch noch die merkwürdige Eigenschaft, den darauf getropften Weingeist augenblicklich unter Erglühen in Essigsäure zu verwandeln. Man hat es daher zur Schnellessigfabrikation empfohlen.

Das mit Sauerstoff gemengte Ammoniakgas verwandelt sich in Berührung mit Platinschwamm in Salpetersäure. Die Oxyde des Stickstoffes werden dagegen, wenn sie mit Wasserstoffgas vermengt sind, durch Platinschwamm in Ammoniak verwandelt.

Der Platinschwamm verliert nach einiger Zeit diese Eigenschaft, erhält sie aber wieder, wenn er einige Augenblicke mit Salpetersäure gekocht und hierauf geglüht wird. Auch das Platinschwarz hört nach einiger Zeit auf, wirksam zu sein; man muss es alsdann mit Salpetersäure erhitzen, mit Wasser abwaschen und bei gelinder Wärme trocknen. Beim starken Erhitzen verliert das Platinschwarz bedeutend an Wirksamkeit.

Verbindungen des Platins mit dem Sauerstoffe.

Das Platin vereinigt sich nicht direct mit dem Sauerstoffe, ausser wenn es rothglühend mit kaustischen Alkalien sich in Berührung befindet. Geschmolzenes Platin absorbirt Sauerstoffgas, und zeigt beim Erkalten, wie das Silber, die Erscheinung des Spratzens. Man kennt zwei Sauerstoffverbindungen des Platins:

1) Platinoxydul = PtO ;

2) Platinoxyd = PtO^2 .

Diese Oxyde sind schwache Basen und jedes von ihnen bildet mit den starken Säuren eine Reihe von Salzen.

In den Platinoxysalzen erzeugen:

Kali einen braunen, im Ueberschuss von Kali unlöslichen Niederschlag.

Schwefelwasserstoff und Schwefelammonium schwarze Niederschläge.

Alle Salze zersetzen sich in der Hitze und hinterlassen metallisches Platin.

Eisen, Zink und Kupfer fallen aus den Lösungen der Salze metallisches Platin in Gestalt eines schwarzen Pulvers.

Durch Auflösen des Platins in Königswasser und Abdampfen zum Trocknen erhält man das dunkelbraune Platinchlorid = PtCl_2 , welches in der Chemie als Reagens auf Kali, ausserdem auch zur Hervorbringung eines dünnen Platinüberzuges auf Glas und Porzellan gebraucht wird.

XV—XVIII. Palladium, Pd. Rhodium, Rh. Osmium, Os. Ruthenium, Ru.

Seltene Metalle, die dem rohen Platinerz beigemennt sich finden. Das Palladium findet Anwendung bei verschiedenen mathematischen Instrumenten und in der Zahntechnik.

Das Chlorpalladium ist ein Reagens auf Jod, mit dem es einen braunen Niederschlag gibt.

XIX. Iridium. Ir.

Findet sich in Platinerz, besonders als Osmium-Iridium. Es schmilzt noch weit schwieriger als das Platin. Ist diesem sehr ähnlich, doch wird es in geschmolzenem Zustande selbst von kochendem Königswasser nicht gelöst. Seine Dichte ist etwa 16.

XXI. Gold. Aurum*). Au.

Das Gold kommt in der Natur nur in gediegenem Zustande, gewöhnlich mit etwas Silber gemennt vor; es findet sich entweder

*) Aurum erinnert an das hebräische Or Licht, weil die Farbe und der Glanz des Goldes mit der Sonne (☉) verglichen wird.

in verschiedene Gebirgsgesteine eingesprengt oder in kleinen Körnern im Sande der Flüsse und im Schuttlande, oder auch wohl als zufälliger Gemengtheil anderer Erze, namentlich mancher Schwefelkiese, Kupferkiese, Bleiglanze u. s. w. In den beiden ersteren Fällen werden die gehörig zerkleinerten Massen auf einer schiefen Ebene, dem sogenannten Waschherde, wiederholt mit Wasser übergossen, welches die leichteren Gang- oder Sandtheile hinunterschwemmt und die schweren Goldtheilchen zurücklässt; letztere übergiesst man hierauf mit Quecksilber, um ein Goldamalgam zu erzeugen, von welchem durch Auslassen und Destillation das Quecksilber wieder entfernt wird. Die goldhaltigen Erze schmilzt man zu einem Rothstein und behandelt diesen entweder in gemahlenem Zustande mit Quecksilber oder röstet und schmilzt ihn mit bleihaltigen Znschlägen zusammen, wodurch ein goldhaltiges Werkblei erhalten wird, aus welchem man durch Abtreiben das Gold scheidet.

Das Gold hat eine gelbe Farbe, sehr starken Glanz, ein specifisches Gewicht = 19,2 bis 19,6 und unter allen Metallen die grösste Geschmeidigkeit und Dehnbarkeit. Es ist weicher als Silber und schmilzt schwerer als Kupfer, wobei es mit grünlicher Farbe leuchtet und beim Wiedererkalten sich stark zusammenzieht. An der Luft, sowie im Feuer bleibt es unverändert, auch von Salpetersäure wird es nicht oxydirt. Sein einziges Auflösungsmittel ist Königswasser, welches schon in der Kälte darauf einwirkt, und wobei sich Goldchlorid bildet.

Schon bei den Völkern des Alterthums fand das Gold vielfache Anwendung und war in grosser Menge vorhanden: das goldene Kalb in der Wüste; goldene Geräthschaften im Tempel des David und Salomon; ersterer soll dazu 15,000 Ctr. Gold gesammelt haben und Salomon soll jährlich 1200 Ctr. aus Ophir (am oberen Indus) erhalten haben; überhaupt war Asien nach der Meinung der Alten das goldreichste Land.

Schliesslich sei hier noch des Einflusses erwähnt, welchen die Entdeckung des Goldes in Californien und Australien auf die menschlichen Schicksale ausübte, welche ein gewaltiger Strom von

Auswanderern nebst einer Masse von Kapital sich nach jenen fernen Gegenden wandte und dort in wenigen Jahren bedeutende Städte ins Leben rief.

Man benützt das Gold hauptsächlich zu Münzen, dann zu den verschiedensten Gegenständen des Luxus, sowie zum Vergolden metallener und anderer Geräthe. Da es zu den meisten Verwendungen an und für sich zu weich wäre, so wird es gewöhnlich entweder mit Silber oder mit Kupfer legirt. Erstere Legierung heisst die weisse, letztere die rothe, die mit beiden Metallen zugleich die gemischte Karatirung*).

Den Goldgehalt einer solchen Legirung bezeichnet man nach Karaten und Gran, indem man die Mark (das halbe Pfund) legirten Goldes in 24 Karat und den Karat in 12 Gran eintheilt. So heisst z. B. das Gold 14karätig, welches in der Mark 14 Karat reines Gold und 10 Karat Zusatz enthält. Zur oberflächlichen Prüfung des legirten Goldes bedient man sich, wie bei dem Silber, eines Probirsteins und verschiedener Probirnadeln, wobei jedoch der hervorgebrachte Strich mit Salpetersäure benetzt werden muss, um aus dem geringeren oder stärkeren Angriffe desselben die Menge des vorhandenen Silbers oder Kupfers beurtheilen zu können.

Unter den Verbindungen des Goldes mit andern Stoffen sind vorzüglich das Goldchlorid, der Goldpurpur und das Schwefelgold bemerkenswerth.

Das Goldchlorid = Au^2Cl^3 , welches durch Auflösen des Goldes in Königswasser und Abdampfen der übrigen Säure erhalten wird, erscheint als eine braunrothe, krystallinische, an der Luft leicht zerfliessliche Masse, welche Haut u. dgl. bleibend purpurroth färbt, und am Lichte, sowie durch Erhitzen, zersetzt wird. Man gebraucht dasselbe zur Vergoldung, sowie zur Darstellung des Goldpurpurs (cassischen Purpurs), welchen man erhält, wenn zu einer kaltbereiteten Auflösung von Zinn in schwachem Königs-

*) Von Karat oder Kirat der Araber, dem Johannisbrodbaum, dessen Samen unter dem Namen Karat in Afrika und auch in Asien früher als Gewicht beim Gold- und Diamantenhandel dienten, bezeichnet jetzt sowohl ein kleines Gewicht ($\frac{2}{3}$ Loth) als auch die Feinheit des Goldes durch Legirung mit Kupfer (alkerat im Arabischen, caracta im Mittellatein).

wasser eine sehr verdünnte Auflösung von Goldchlorid gegossen wird. Es bildet sich alsdann ein dunkelbrauner oder purpurrother Niederschlag, welcher zum Färben von Glas und Malen auf Porzellan gebraucht wird.

Das Schwefelgold = Au^2S^3 stellt man durch Fällung einer Goldauflösung mit Schwefelwasserstoff oder durch Schmelzen von Gold mit Fünffach-Schwefelkalium dar; es ist ein dunkelbraunes Pulver, womit man auf Porzellan, Fayence u. dgl. den Goldlüster hervorbringen kann, wenn man dasselbe mit Terpentinöl, Wismuthoxyd und Borax zusammentreibt, auf die Waare streicht und einbrennt.

XXI. Uran. Uranium. U.

Das Uran findet sich in der Natur sehr selten, als unreines Oxydul im Uranpecherz, als Uranoxydhydrat im Uranocker und als phosphorsaures Uranoxydul im Uranglimmer. Das Uranoxydul = UO , welches in hohem Grade feuerbeständig ist, ist die einzige dauerhafte schwarze Farbe unter der Porzellanglasur.

XXII. Mangan*). Manganium. Mn.

Das Mangan kommt in der Natur nicht gediegen, sondern vorzüglich im oxydirten Zustande vor. Unter seinen natürlichen Verbindungen ist besonders das Mangansuperoxyd oder der Braunstein**) = MnO^2 , von den Mineralogen Pyrolusit oder Weichmanganerz genannt, den Technikern wichtig. Dieses krystallisirt in geraden rhombischen Säulen, hat ein blätteriges, strahliges oder faseriges Gefüge und eine stahlgraue Farbe und gibt zerrieben ein schwarzgraues Pulver, das beim Glühen viel Sauer-

*) Mangan Braunsteinmetall, neulat. verdorben aus magnes, Magnet, wegen der äusseren Aehnlichkeit mit dem Magnetstein.

**) Bergleute nennen das Manganerz Braunstein, wegen der Anwendung zur braunen Töpferglasur, weil einiges ein braunes Pulver gibt; da aber die Masse immer grau oder schwarz ist, so unterscheiden sie grauen und schwarzen Braunstein. Das Mangan wurde im vorigen Jahrhundert zuerst von Gahn aus dem Braunstein dargestellt.

stoff entwickelt und daher zur Darstellung desselben, sowie des Chlors, zur Entfärbung des Glases u. s. w. benützt wird. Das nach dem Glühen zurückbleibende Manganoxyduloxyd färbt Glasflüsse violett. Wird das Mangansuperoxyd mit Kali oder Natron geglüht, so erzeugen sich durch höhere Oxydation des Mangans mangansaure Salze, deren ursprünglich grüne Lösung alsbald violett, dann roth unter Absatz von braunen Flocken, und später ganz farblos wird. Man nennt diese Erscheinung, bei welcher die Mangansäure in Uebermangansäure übergeht, das mineralische Chamäleon und hat das mangansaure Kali als chemische Zeichentinte, zur Hervorbringung unauslöschlicher brauner Schriftzüge auf Wäsche empfohlen. Das Manganchlorür = MnCl , welches bei der Behandlung des Braunsteins mit Salzsäure, sowie das schwefelsaure Manganoxydul = $\text{MnO} \cdot \text{SO}^3$, welches bei der Chlorbereitung aus Braunstein mit Kochsalz und Schwefelsäure zurückbleibt, dienen in der Kattundruckerei zur Erzeugung von braunen Gründen (Bister).

XXIII. Chrom^{*)}. Chromium. Cr.

Das Chrom^{**)} findet sich in der Natur ziemlich selten, am häufigsten als Chromoxyd-Eisenoxydul im Chromeisenstein.

Es liefert mit Sauerstoff zwei Verbindungen: grünes Chromoxyd = Cr^2O^3 und rothe Chromsäure = CrO^3 . Das Chromoxyd kommt in der Natur, mit Quarz und Thon gemengt, als Chromocker vor und wird künstlich durch Glühen von doppelt chromsaurem Kali dargestellt; es ist ein apfelgrünes, höchst feuerbeständiges Pulver, welches wegen dieser Eigenschaft in der Porzellanmalerei sowohl auf als unter der Glasur, ferner unter dem Namen Chromgrün als Malerfarbe gebraucht wird. Mehrere Mineralien, z. B. der Smaragd und der Strahlstein, verdanken ihm ihre grüne Farbe. Die Chromsäure bildet mit Basen gelbe oder rothe Salze,

^{*)} Das Chrom wurde 1797 von Vauquelin im sibirischen Rothbleierz (chromsauren Bleioxyd) entdeckt.

^{**)} Von *χρῶμα* Farbe, weil die meisten Chromverbindungen sich durch lebhaft Farben auszeichnen.

von welchen insbesondere das einfach und doppelt chromsaure Kali, sowie das neutrale und das basisch chromsaure Bleioxyd, technisch wichtig sind.

Das einfach chromsaure Kali $= \text{KO} \cdot \text{CrO}^3$ erscheint in citronengelben Krystallen, welche in 2 Theilen kalten Wassers löslich sind, und eine ausnehmend starke färbende Kraft besitzen.

Das doppelt chromsaure Kali $= \text{KO} \cdot 2\text{CrO}^3$ wird erhalten, wenn man die Lösung des neutralen Salzes mit einer Säure z. B. Essigsäure versetzt, worauf es in feuerrothen Krystallen anschiesst. Beide Salze werden in der Färberei und Kattundruckerei benützt.

Das neutrale chromsaure Bleioxyd $= \text{PbO} \cdot \text{CrO}^3$ kommt in der Natur als Rothbleierz vor und ist im Handel unter dem Namen Chromgelb bekannt.

Das basisch chromsaure Bleioxyd $= 2\text{PbO} \cdot \text{CrO}^3$ erhält man durch Erwärmen des neutralen Salzes mit Ammoniak und ist im Handel unter dem Namen Chromroth bekannt.

XXIV. Molybdän*). Mo.

Vorkommen: Selten als Schwefelmolybdän (Wasserblei) und Gelbbleierz (PbO , MoO^3). Das molybdänsaure Ammoniak erhält man durch Rösten des Schwefelmetalls und Auflösen in Ammoniak. Es ist ein empfindliches Reagens auf Phosphorsäure.

XXV. Wolfram**). W.

Vorkommen: Selten als wolframsaures Bleioxyd (Scheelit) und als wolframsaures Eisenoxydul mit Manganoxydul. Wolfram dient zur Darstellung einiger Farben. — Wolframstahl.

*) *μολύβδαινα* Bleimasse, welche an die Angel befestigt wurde, um sie tiefer in's Wasser zu senken, dann unser Graphit, mit welchem das Molybdän verwechselt wurde, bis man das Wasserblei als eine Zusammensetzung von Molybdänmetall und Schwefel erkannte.

**) Scheele entdeckte 1781 die Wolframsäure (die zu Ehren des berühmten Chemikers auch Scheelsäure genannt wird); die Brüder de Luyart stellten zuerst das Metall dar.

XXVI. Vanadium^{*)}. V.

Vorkommen: Selten als vanadinsaures Bleioxyd ($\text{PbO} \cdot \text{VO}^3$) in Mexiko und Sibirien.

XXVII. Titan^{**)}. Ti.

Vorkommen: Selten als Titansäure TiO^2 (Rutil, Anatas) und Titaneisen ($\text{Ti}^2\text{O}^3 \cdot \text{Fe}^2\text{O}^3$ und FeO). Eine Verbindung mit Stickstoff findet man mitunter in Hochofenschlacken krystallisirt, metallisch glänzend und von heller Kupferfarbe. (Stickstoff-Titan mit Cyan-Titan.)

XXVIII. Tantal^{†)}, Ta und XXIX. Niobium^{††)}, Nb.

Vorkommen: In einigen seltenen Mineralien in geringer Menge. Das Tantal findet sich als Tantalsäure im Tantalit und Yttrotantalit.

^{*)} Das Vanadium nach einer nordischen Gottheit benannt (Beiname der Göttin Freya), wurde 1830 von Sefström entdeckt.

^{**)} Das Titan wurde 1791 von Gregor entdeckt; doch lehrte erst Klaproth seine chemischen Verhältnisse genauer kennen.

^{†)} Tantal oder Columbium wurde 1801 als Columbium von Hatchett in einem amerikanischen, als Tantalum 1802 von Ekeberg in zwei schwedischen Mineralien entdeckt; Wollaston zeigte 1809, dass beide Metalle identisch sind.

^{††)} Das Niobium wurde von H. Rose entdeckt. Weil es stets das Tantal begleitet, erhielt es seinen Namen von Niobe, der Tochter des Tantalus.

XXVI. Vanadium*.) V.

Vorkommen: Selten als vanadinsaures Bleioxyd ($PbO \cdot V_2O_5$) in Mexiko und Sibirien.

XXVII. Titan**.) Ti.

Vorkommen: Selten als Titansäure TiO_2 (Bull. Anatol.) und Titanisen (Ti_2O_3 , Fe_2O_3 und FeO). Eine Verbindung mit Stickstoff findet man in der Natur in Hochschmelzpunkten kristallisiert. Metallisch glänzend und von heller Kupferfarbe. (Stickstoff-Titan mit Cyan-Titan.)

XXVIII. Tantal*.) Ta und XXIX. Niobium**.) Nb.

Das Tantal findet sich als Tantal säure im Tantalit und Niobit.

*) Das Vanadium nach einer nordischen Gottheit benannt (Beiname der Göttin Freya) wurde 1801 von Berzelius entdeckt.
 **) Das Titan wurde 1791 von Bergius entdeckt; doch sollte erst Klaproth die chemischen Verhältnisse kennen.
 Tantal oder Columbin wurde 1801 als Columbin von Hatchett in einem amerikanischen, als Tantalum 1802 von Berzelius in zwei schwedischen Mineralien entdeckt; Wollaston zeigte 1808, dass beide Metalle identisch sind.

*) Das Niobium wurde von H. Rose entdeckt. Weil es nicht das Tantal heißt, erhielt es seinen Namen von Niobe, der Tochter des Tantalos.

*) Das Vanadium wurde 1801 von Berzelius entdeckt. Es ist ein Metall, welches als Vanadinsäure in der Natur vorkommt. Es ist ein sehr seltenes Element, welches in der Natur als Vanadinsäure vorkommt. Es ist ein sehr seltenes Element, welches in der Natur als Vanadinsäure vorkommt.

Organische Chemie.

Organische Chemie.

Die organische Chemie beschäftigt sich mit den Verbindungen, welche entweder durch die Thätigkeit des lebenden Organismus, oder aus den Erzeugnissen des Lebensprocesses unter dem Einflusse chemischer Agentien entstanden. Sie unterscheiden sich von den unorganischen Verbindungen hauptsächlich dadurch, dass sie durch die Analyse wohl in ihre Elemente zerlegt, durch die Synthese in der Regel aber nicht aus ihren Elementen dargestellt werden können, und die wenigen künstlich darstellbaren organischen Verbindungen, wie z. B. Oxalsäure, Cyan u. s. w., gehören bezüglich ihrer Zusammensetzung zu den einfachst zusammengesetzten organischen Körpern, hauptsächlich zu denjenigen, die als die Endproducte der Zersetzung complicirter organischer Verbindungen angesehen werden müssen. Während in den unorganischen Verbindungen sämtliche Elemente vorkommen, sind die organischen Verbindungen nur aus wenigen zusammengesetzt; vier sind es hauptsächlich (Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff), welche diese grosse Klasse von Naturkörpern bilden.

Die Zusammensetzung der organischen Verbindungen ermittelt man durch die Elementaranalyse. Man verbrennt die Substanz zu dem Zwecke durch Erhitzen mit Kupferoxyd und leitet die entstehenden Gase (Wasserdampf und Kohlensäure) durch Chlorcalcium und Kalilauge, um sie so wägen zu können, und berechnet den Wasserstoff und Kohlenstoff. Den Stickstoff verwandelt man durch Glühen mit Kalk in Ammoniak, das man durch eine Säure absorbiren lässt. Den Sauerstoffgehalt erkennt man aus dem Gewichtsverlust

nach Bestimmung aller übrigen Bestandtheile. Schwefel und Phosphor werden durch Glühen mit Kali und Salpeter in Säuren verwandelt und als solche bestimmt.

Die zahlreichen Verbindungen, welche Gegenstand der organischen Chemie sind, können zunächst in zwei Hauptreihen abgetheilt werden, nämlich in solche, welche in dem Pflanzen- oder Thierkörper gebildet worden sind und sich aus diesem abscheiden lassen (Educte) und in solche, welche aus organischen Körpern durch Einwirkung der Atmosphäre, der Wärme, sowie der anorganischen Säuren und Basen erzeugt werden können (Producte). Die erste Reihe zerfällt wieder in Säuren, Basen und indifferente Körper, welche sich im Wesentlichsten wie die anorganischen Verbindungen gleichen Namens verhalten. Bei den Säuren und indifferenten Körpern finden wir stickstofffreie und stickstoffhaltige Arten; die organischen Basen enthalten ohne Ausnahme Stickstoff.

Die Anzahl der Aequivalente der einzelnen Elemente in den organischen Stoffen ist oft sehr gross. Doch sind in ihnen meist Gruppen vorhanden, die sich wie Elemente verhalten und die man zusammengesetzte Radicale nennt.

Man versteht unter letzteren: Verbindungen, die die Rolle von Grundstoffen spielen, also mit Grundstoffen (Metallen und Wasserstoff, dann mit Sauerstoff, Schwefel und den sogenannten Salzbildnern) sich vereinigen können, aus ihren Verbindungen durch Elemente ausgeschieden werden, oder letztere in Verbindung ersetzen können u. s. w. So liefert das Cyan = C^2N eine Verbindung mit Wasserstoff (Blausäure = $Cy + H$), mit Sauerstoff mehrere Sauerstoffsäuren, mit Metallen Salze, ganz entsprechend den Chlor-, Brom-Metallen etc. Liebig u. A. nannten, indem sie diese Radicalentheorie auf möglichst viele organische Körper auszudehnen strebten, die organische Chemie die der zusammengesetzten Radicale, während die unorganische die Verbindungen der ächten Elemente, der unzerlegten Radicale, zum Gegenstand hätte.

Man unterscheidet binäre, ternäre und quaternäre Radicale, d. h. solche, die bloß aus 2, 3 oder 4 Grundstoffen zusam-

mengesetzt sind. In einzelnen Fällen gehen Metalle in die Radicale auf eine räthselhafte Weise ein, so dass es den Anschein hat, als wenn diese Metalle als wesentliche Bestandtheile in das Radical aufgenommen wären. Die allgemeine Eigenschaft dieser Radicale ist, dass die Metalle in solchen Verbindungen nicht mehr durch die gewöhnlichen Reagentien nachgewiesen werden können. Es gehören hieher übrigens nur sehr wenige Metalle, Eisen, Mangan, Kobalt, Chrom, Arsen und vielleicht Platin. Die aus Kohlenstoff und Wasserstoff bestehenden (ebenso die noch sauerstoffhaltigen Radicale) werden ganz allgemein mit der Endsilbe -yl (von *ύλη* Stoff) bezeichnet, z. B. Aethyl, das Radical des Aethers, Acetyl (von *acetum* Essig), das Radical der Essigsäure. Die aus Kohlenstoff und Stickstoff zusammengesetzten werden an der Endsilbe -an erkannt, so Cyan; endlich die aus Kohlenstoff, Stickstoff und Wasserstoff bestehenden durch die Endsilbe -ên kenntlich gemacht.

Die Bildung der zusammengesetzten Radicale geschieht hauptsächlich durch die Pflanzen, zuweilen auch durch den Lebensprocess der Thiere. Andere werden durch Kunst aus Erzeugnissen des Lebens erhalten und zwar gewöhnlich in der Art, dass zusammengesetztere Radicale durch künstliche Einwirkung gespalten oder vereinfacht werden; nur selten gelingt das Gegentheil — der Aufbau verwickelter Radicale aus einfacheren — der Kunst. Ganz wenige organische Radicale sind aus rein unorganischen Substanzen zu gewinnen (so Cyan durch Hinüberleiten von Ammoniak über glühende Kohlen).

In der unorganischen Natur wirken bei chemischen Verbindungen drei Kräfte, nämlich die chemische Anziehungskraft oder Affinität, die Wärme und die Cohäsionskraft. Bei den chemischen Verbindungen der organischen Natur dagegen wirken ausser diesen drei noch die Lebenskraft.

Man unterscheidet wirkliche organische Körper, welche nicht bloss die Elemente der organischen Natur, sondern auch vitale Thätigkeit besitzen und solche, welche bloss die Elemente der organischen Natur besitzen und welche auch manchmal, wie angegeben, künstlich dargestellt werden können.

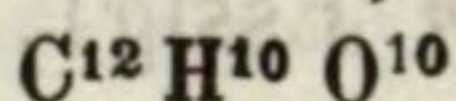
Sehr häufige Erscheinungen in der organischen Chemie bilden:

I. Das Phänomen des Isomerismus*).

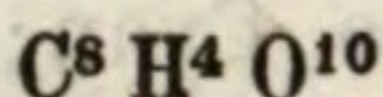
Es kommt nämlich eine ganze Reihe von Körpern vor, welche alle qualitativ und quantitativ dieselbe Zusammensetzung haben, dabei aber ganz verschiedene Eigenschaften besitzen und diese nennt man isomerische Körper; man nimmt an, dass solche Körper sich nur durch eine verschiedene Lagerung der einzelnen kleinsten Theile, der Atome, unterscheiden.

Als Beispiele können dienen:

Dextrin, Gummi, Zellulose



Weinsäure und Traubensäure



II. Die Polymerie**).

Körper von gleicher procentischer Zusammensetzung, aber verschiedener Aequivalenten-Anzahl, heissen polymere Verbindungen; z. B. die unterschwefelige Säure = $\text{S}^2 \text{O}^2$ und die Penthionsäure = $\text{S}^5 \text{O}^5$ bestehen aus

33,35 % S und

66,65 % O.

Beide haben also dieselbe procentische Zusammensetzung, dabei aber ungleiche Aequivalente; denn das Aequivalent der $\text{S}^2 \text{O}^2$ = 48, da nämlich

$$2 \text{ Aequivalente S} = 16 \cdot 2 = 32 \text{ und}$$

$$2 \quad \text{,,} \quad \text{O} = 8 \cdot 2 = 16 \text{ sind}$$

also zusammen 48 ausmachen.

Das Aequivalent der $\text{S}^5 \text{O}^5$ ist dagegen gleich 120; da nämlich

$$5 \text{ Aequivalente S} = 16 \cdot 5 = 80 \text{ und}$$

$$5 \quad \text{,,} \quad \text{O} = 8 \cdot 5 = 40 \text{ sind}$$

folglich 120

als Aequivalent der $\text{S}^5 \text{O}^5$ geben.

*) Isomerie von *ἰσομερής* aus gleichen Theilen bestehend.

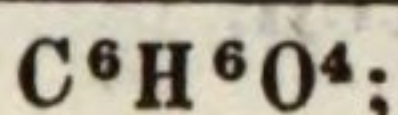
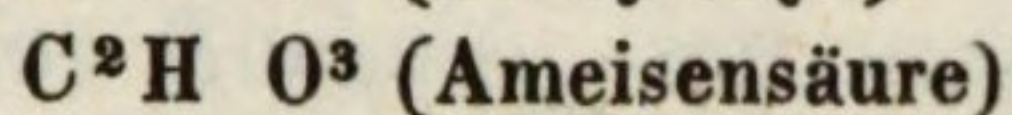
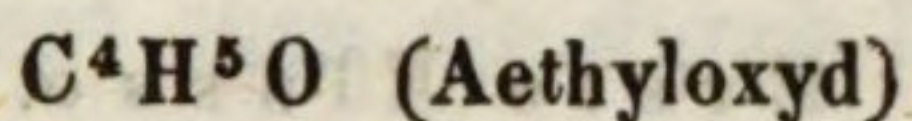
**) Von *πολύς* viel und *μέρος* Theil.

III. Die Metamerie*).

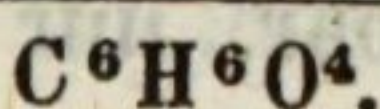
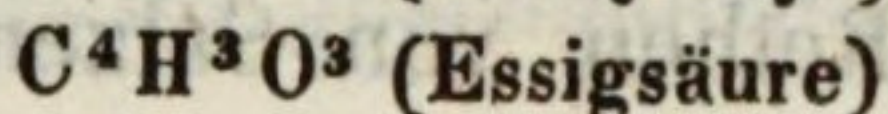
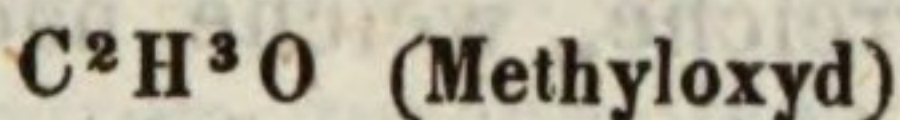
Metamer nennt man solche Körper, die bei gleicher procentischer Zusammensetzung gleiche Aequivalente haben, deren Constitution aber eine völlig andere ist.

Beispiele:

a) ameisensaures Aethyloxyd =



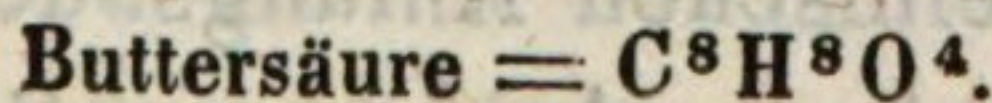
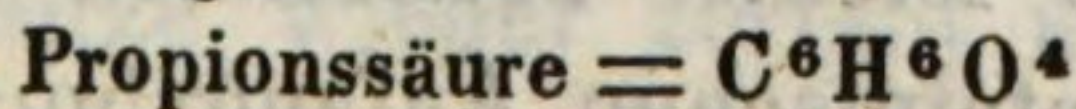
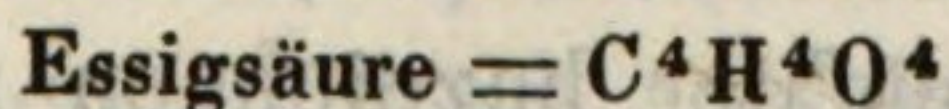
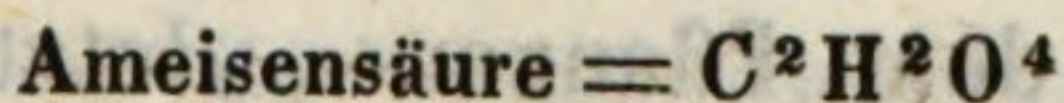
b) essigsaures Methyloxyd =



IV. Die homologen**) Körper,

das sind diejenigen organischen Verbindungen, welche sich durch einen verschiedenen Gehalt einer ganz bestimmten Menge an Kohlenstoff und Wasserstoff unterscheiden, sie besitzen die gemeinsame Eigenschaft, dass wie in dem arithmetischen Verhältnisse ihr Kohlenwasserstoffgehalt um 2 sich steigert, ihr Siedepunkt um 19° zunimmt.

Eine homologe Reihe bilden z. B.



*) Von *μετά* und *μέρος* Theil.

**) Von *ὁμό-λογος* übereinstimmen.

Erste Abtheilung.**Organische Verbindungen, welche schon in der Natur gebildet vorkommen (Educte).****Erste Klasse.****Säuren.**

Unter organischen Säuren versteht man diejenigen Körper aus dem Pflanzen- und Thierreiche, welche nach Art der Mineralsäuren mit den meisten Basen Reihen von Salzen bilden. Die Mehrzahl derselben sind fest und krystallisirbar, nur wenige tropfbar flüssig; fast alle lösen sich in Wasser und Weingeist. Beim Erhitzen verkohlen die meisten; einige verflüchtigen sich, ohne dabei zersetzt zu werden; viele geben beim Erhitzen im verschlossenen Raume neue Säuren, sogenannte Brenzsäuren. Ihre Salze werden sämmtlich beim Erhitzen zersetzt und gehen beim Verbrennen an der Luft in kohlensaure Salze über. Das Wasser lässt sich aus einigen durch Erhitzen entfernen, so dass die wasserfreie Säure (Anhydrit) bleibt, welche aber nicht mehr sauer reagirt und erst durch längere Berührung mit Wasser oder schneller beim Zusammenbringen mit Basen wieder zu Säuren wird.

Man unterscheidet stickstoffhaltige und stickstofffreie organische Säuren; erstere sind dem Pflanzen-, letztere dem Thierkörper eigenthümlich. Um sie leichter bezeichnen zu können, setzt man gewöhnlich über den lateinischen Anfangsbuchstaben derselben ein Minuszeichen, z. B. Essigsäure, Acidum aceticum = $\bar{A}$.

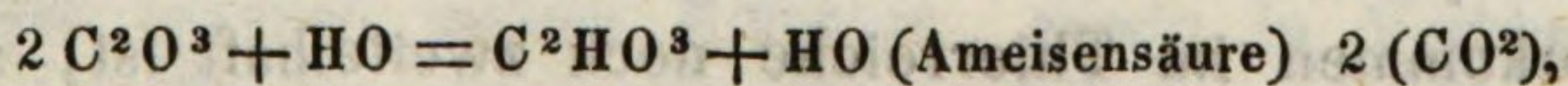
A. Stickstofffreie organische Säuren.**I. Sauerkleesäure (*Acidum oxalicum*) = $\bar{O}$, $C^2 O^3 + 3 H O$.**

Die Sauerkleesäure, auch Oxalsäure oder Kleesäure genannt,

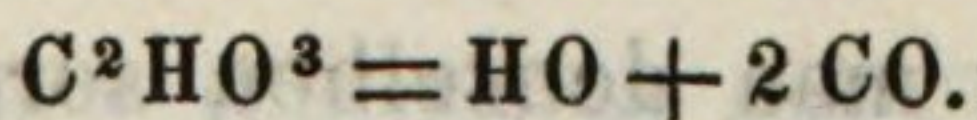
kommt in der Natur selten frei, z. B. in den Haaren der Kichererbsen, vor, gewöhnlich an Kali gebunden in dem Saft des Sauerklee's, des Sauerampfers oder, an Kalk gebunden, in den krustenartigen Flechten, in der Rhabarberwurzel u. s. w. — Um sie darzustellen, neutralisirt man das aus dem Sauerklee abgeschiedene zweifach oxalsaure Kali mit kohlensaurem Kali, fällt die Flüssigkeit durch essigsaures Bleioxyd und zersetzt das entstandene oxalsaure Bleioxyd mit verdünnter Schwefelsäure.

Am häufigsten gewinnt man sie durch Digestion vegetabilischer Substanzen, besonders des Zuckers, mit verdünnter Salpetersäure und Abdampfen der Flüssigkeit zur Krystallisation; auch erzeugt sie sich beim Erhitzen vieler organischen Substanzen, z. B. von Sägespänen, Papier, Zucker, Stärkemehl, Seide u. dergl., wenn diese mit Aetzkali oder Aetznatron geschmolzen werden.

Die Sauerkleesäure krystallisirt mit 3 HO in farblosen, rhombischen Säulen, ist geruchlos, schmeckt ungemein sauer, verwittert an warmer Luft, und zerfällt unter Verlust von Wasser zu einem weissen Pulver, löst sich in 8 Theilen kalten und gleichen Theilen heissen Wassers, auch in 4 Theilen Weingeist, wirkt giftig, lässt sich bei 100° unzersetzt sublimiren, wird durch Schwefelsäure in Kohlensäure und Kohlenoxydgas zerlegt, ohne Kohlenstoff zu hinterlassen, und besitzt zu den Basen unter allen organischen Säuren die stärkste Verwandtschaft, indem sie selbst den schwefelsauren Kalk zu zerlegen vermag. Ueber den Schmelzpunkt erhitzt, wird sie ohne allen Rückstand zersetzt, und man erhält als Destillat Ameisensäure und Kohlensäure:



welch erstere in der Hitze wieder zerfällt und Kohlenoxydgas und Wasser bildet:



Man gebraucht die Oxalsäure in der Chemie als das vorzüglichste Reagens auf Kalk, mit welchem sie ein unlösliches, weisses Pulver bildet, auch in der Kattundruckerei als Aetzbeize, zur Darstellung verschiedener Salze, vieler reinen Metalle und Metalloxyde u. s. w.

Mit Hyperoxyden in Berührung, wird die Oxalsäure zersetzt; es bildet sich auf Kosten des Sauerstoffes vom Hyperoxyd Kohlensäure, welche entweicht, und zurückbleibt das Metalloxydul; diese Eigenschaft wird benützt, um z. B. den Hyperoxydgehalt im käuflichen Braunstein zu bestimmen.

Die Verbindungen der Sauerkleesäure mit Basen, die Oxalate oder sauerkleesauren Salze, zeichnen sich dadurch aus, dass sie im gelösten Zustande durch Choralcium gefällt werden und beim Erhitzen nicht verkohlen, indem sie dabei entweder in Kohlensäure und regulinisches Metall, oder unter Entwicklung von Kohlenoxyd in kohlensaure Salze zerfallen. Unter denselben ist das bekannteste das zweifach sauerkleesaure Kali oder Sauerkleesalz (*Sal Acetosellae*) = $\text{KO} \cdot 2\bar{\text{O}} + 3\text{HO}$, welches durch Einkochen des aus dem frischen Sauerklee gepressten und mit Blut geklärten Saftes und öfteres Krystallisiren in schiefen rhombischen Säulen erhalten wird, die sich in kaltem Wasser wenig, aber in 14 Theilen kochenden Wassers lösen, sehr sauer schmecken und an der Luft nicht verwiltnern. Man bedient sich dieses Salzes zur Darstellung der Sauerkleesäure, in der Kattundruckerei, dann um Tinten- und Eisenflecken aus Papier und Zeugen zu entfernen, indem die überschüssige Sauerkleesäure mit dem Eisenoxyd eine farblose Auflösung bildet, u. s. w.

II. Aepfelsäure (*Acidum malicum*) = $\bar{\text{M}} + 2\text{HO}$, $\text{C}^8\text{H}^4\text{O}^8 + 2\text{HO}$.

Die Aepfelsäure ist eine der verbreitetsten Pflanzensäuren, deren Vorkommen im Thierreiche noch zweifelhaft ist; sie findet sich in vielen Pflanzen, namentlich in sauren Aepfeln, den Stachelbeeren, Vogelbeeren u. s. w. — Man stellt sie aus dem Vogelbeersafte dadurch dar, dass man denselben sorgfältig mit Kalk neutralisirt und ihn zum Kochen erhitzt, wodurch der neutrale äpfelsaure Kalk sich abscheidet. Dieses Kalksalz trägt man in verdünnte Salpetersäure, und erhält beim Erkalten sauren, äpfelsauren Kalk in grossen Krystallen, welche wieder gelöst und mit essigsaurem Bleioxyd gefällt werden. Das äpfelsaure Bleioxyd wird endlich mit

Schwefelwasserstoff zersetzt und die im Wasser gelöste Aepfelsäure durch Abdampfen erhalten; das entstandene Schwefelblei trägt zur Reinigung wesentlich bei, indem es allenfalls vorhandene Farbstoffe mit niederschlägt (Liebig).

Die Aepfelsäure krystallisirt schwierig in blumenkohlartigen Massen; sie ist in Wasser und Alkohol löslich, schmeckt stark sauer und zerfließt an der Luft.

Beim Erhitzen auf 150°C . verwandelt sie sich unter Verlust von 2 Aequ. Wasser in Fumarsäurehydrat $= \text{C}^8\text{H}^2\text{O}^6 + 2\text{H}\text{O}$.

Dieselbe Säure findet sich in der Natur in verschiedenen Pflanzen (*Fumaria officinalis*, *Glaucium*) und dem isländischen Moos.

Die Aepfelsäure bildet mit den Basen sehr verschiedenartige Salze, hauptsächlich aber solche $(= 2\text{M}\text{O} \cdot \text{C}^8\text{H}^4\text{O}^8)$, in welchen die 2 Aequivalente Wasser der Säure durch 2 Aequivalente Metalloxyd ersetzt sind, solche $(= 2\text{M}\text{O} \cdot \text{H}\text{O} \cdot \text{C}^8\text{H}^4\text{O}^8)$, worin nur 1 Aequ. Wasser durch 1 Aequ. Metalloxyd vertreten ist.

III. Citronensäure (*Acidum citricum*) $= \overline{\text{Ci}} + 3\text{H}\text{O}, \text{C}^{12}\text{H}^8\text{O}^{14}$.

Die Citronensäure wird als eine dreibasische Säure betrachtet, in welcher 3 Aequ. Wasser durch 3 Aequ. Metalloxyd ersetzt werden können. — Sie findet sich im freien Zustande in den Citronen und einigen anderen sauren Früchten, sowie in Verbindung mit Basen in den Knollen von *Helianthus tuberosus*, den Krappwurzeln u. s. w.

Man bereitet sie am wohlfeilsten aus Citronen- oder Preisselbeerensaft, indem man denselben unter Zusatz von Eiweiss (zur Klärung) aufkocht, dann filtrirt und nahezu siedend mit fein gepulverter Kreide sättigt, hierauf so weit einsiedet, bis fast aller citronensaure Kalk gefällt ist, und den mit siedendem Wasser gewaschenen Niederschlag mit Schwefelsäure zersetzt.

Sie krystallisirt in geraden rhombischen Säulen, die ganz wasserhell und in Wasser äusserst leicht löslich sind. Von allen Pflanzensäuren ist die Citronensäure vielleicht diejenige, die am angenehmsten sauer schmeckt. Mit den Basen bildet sie drei Salzreihen, indem 1, 2 und 3 Aequ. des Hydratwassers der Säure durch ein Metalloxyd ersetzt werden. Von den neutralen Salzen sind hauptsächlich die Alkalisalze in Wasser löslich; — die sauren Salze lösen sich fast alle in Wasser.

Durch schwaches Erhitzen verwandelt sich die Citronensäure unter Entwicklung von 2 Aequivalent Wasser in Aconitsäure = $3\text{HO} \cdot \text{C}^{12}\text{H}^3\text{O}^9$, eine Säure, die in verschiedenen Pflanzen (*Aconitum Equisetum*) fertig gebildet ist.

In der Medicin wird die Citronensäure als kühlendes und antiskorbutisches Mittel, sowie ferner noch zu den sogenannten Saturationen vielfach benützt. Es sind letztere Flüssigkeiten, die aus kohlensauren Alkalien und Pflanzensäften bereitet werden, und welche freie Kohlensäure (und etwa noch doppelt kohlensaures Salz) in Lösung enthalten müssen, wenn sie ihren medicinischen Zweck, nämlich ihre Wirkung gegen Verstimmungen der Magenthätigkeit, erzielen sollen. In der Technik ist die Citronensäure in manchen Fällen, z. B. für Färber, von so bestimmtem Werthe, dass sie durch wohlfeilere organische Säuren nicht ganz ersetzt werden kann.

IV. Weinsäure, Weinsteinensäure (*Acidum tartaricum*) = $\bar{\text{T}} + \text{HO}$,
 $\text{C}^8\text{H}^4\text{O}^{10} + \text{HO}$.

Die Weinsäure kommt theils frei, theils an Kalk oder Kali gebunden, in vielen säuerlichen Früchten, z. B. in den Weintrauben, u. s. w. vor, und wird gewöhnlich aus dem gereinigten doppelt weinsauren Kali oder Weinstein, der sich aus dem Weine als Kruste in den Weinfässern absetzt, dargestellt. Man löst nämlich dieses Salz in heissem Wasser, und fügt so lange gepulverte Kreide hinzu, als noch ein Aufbrausen stattfindet. Die über dem Niederschlage, welcher aus weinsaurem Kalk besteht, befindliche Flüssigkeit wird abgossen und mit Chlorkalium versetzt, wodurch auch

das noch in der Flüssigkeit enthaltene neutrale weinsaure Kali zer-
setzt und weinsaurer Kalk gebildet wird. Sämmtliche Niederschläge
werden gut ausgewaschen und eine Zeit lang mit verdünnter
Schwefelsäure digerirt, diese bildet mit dem Kalk Gyps, und scheidet
Weinsäure ab, welche durch Abrauchen bis zur Syrupsdicke und
langsames Erkalten zur Krystallisation befördert wird.

Die Weinsäure krystallisirt in schiefen rhombischen Säulen
oder Tafeln, besitzt weder Farbe, noch Geruch, aber einen sehr
sauren Geschmack, enthält HO, ist luftbeständig und löst sich in
2 Theilen kalten und gleichen Theilen kochenden Wassers, auch
in Weingeist.

Die wässerige Lösung bedeckt sich bald mit Schimmel und
geht in Essigsäure über. Durch Kochen mit Salpetersäure, sowie
durch Erhitzen mit Kali oder Natron wird sie in Sauerkleesäure,
durch concentrirte Schwefelsäure in Essigsäure verwandelt. Man
benützt sie in der Chemie als Reagens auf Kali, in der Färberei
und Kattundruckerei als Aetzbeize, dann zur Bereitung von Limo-
naden, in der Arzneikunde u. s. w.

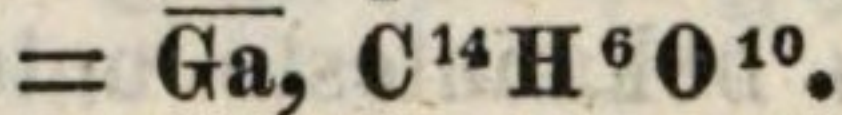
Die Weinsäure bildet mit den Basen neutrale saure Salze.

Die weinsauren Salze oder Tartrate sind meistentheils
in Wasser löslich und krystallisirbar, die in Wasser unlöslichen
lösen sich dagegen in Kalilauge oder Aetzammoniak vollkommen.
In der Glühhitze zersetzen sie sich unter Abscheidung von Kohle
und Entwicklung eines eigenthümlichen, dem gebrannten Zucker
ähnlichen Geruches. Das bekannteste unter ihnen ist das doppelt
weinsaure Kali = $\text{KO} \cdot 2 \bar{\text{T}} + \text{HO} = \text{KO} \cdot \bar{\text{T}} + \text{HO} \cdot \bar{\text{T}}$ oder der
Weinstein, welcher sich bei der Gährung des Mostes aus demselben
abscheidet und das Innere der Weinfässer mit einer rothen oder
gelben Kruste überzieht. Dieser rohe Weinstein wird durch Lösen
in Wasser, Behandeln mit Thon oder Kohle, welche den Farbstoff
in sich aufnehmen, und öfteres Umkrystallisiren gereinigt und dann
Weinsteinrahm (*Cremortatari*) genannt. Er krystallisirt in farb-
losen vierseitigen Säulen, hat einen säuerlichen Geschmack, löst
sich in 200 Theilen kalten und 20 Theilen heissen Wassers, wird

durch Glühen zersetzt, und hinterlässt einen schwarzen Rückstand, der aus fein zertheilter Kohle und kohlensaurem Kali besteht und unter dem Namen schwarzer Fluss als Mittel, das Schmelzen und die Reduction der Metalle zu befördern, angewendet wird. Man benützt übrigens den Weinstein auch noch zur Darstellung von reinem kohlensauren Kali, zum Blanksieden von Gold- und Silberwaaren, zur nassen Versilberung, als Arzneimittel und zur Bereitung verschiedener pharmaceutischer Präparate.

Wenn die überschüssige Säure des doppelt weinsauren Kali's mit anderen Basen neutralisirt wird, so erhält man verschiedene Doppelsalze, von welchen mehrere in der Arzneikunde Anwendung finden. Dahin gehören z. B. das weinsaure Natronkali und das weinsaure Antimonoxydkali. Das weinsaure Natronkali oder das Seignettesalz wird durch Neutralisation des Weinstein's mit kohlensaurem Natron dargestellt; es krystallisirt in farblosen, vier- und sechsseitigen Säulen, löst sich in kaltem und viel leichter in heissem Wasser, und wird als abführendes Mittel angewendet. — Das weinsaure Eisenoxydalkali gewinnt man durch Digestion von Eisenfeilspänen mit Weinstein und Wasser; es ist ein weisses, in Wasser schwer lösliches Pulver, das sich an der Luft höher oxydirt und schwarz wird, worauf man es gewöhnlich in Kugeln formt, welche unter dem Namen Stahlkugeln (*Globuli martiales*) zur Erzeugung künstlicher Eisenbäder gebraucht werden (Brechweinstein: siehe Antimon und seine Salze).

V. Gallussäure oder Galläpfelsäure (*Acidum gallicum*)



Die Gallussäure ist als Begleiterin der Eichengerbsäure in sehr geringer Menge in den Galläpfeln enthalten und erzeugt sich auch durch längeres Stehen einer wässerigen Lösung von Eichengerbsäure an der Luft. Sie unterscheidet sich von letzterer dadurch, dass sie von Leimlösung nicht gefällt wird und mit der Haut kein Leder gibt, kommt aber mit derselben in dem blauschwarzen Niederschlag, den Eisenoxysalze in ihrer Lösung erzeugen, überein. Dieses gallussaure und eichengerbsaure Eisenoxyd bilden den Farbstoff der schwarzen Schreibtinte. Die Gallussäure krystallisirt in

farblosen, seidenglänzenden Nadeln, die in kaltem Wasser nur wenig, leichter in warmem löslich sind. Sie reagirt sauer und sättigt 3 Aequ. Metalloxyd. Beim Erhitzen bis zu 212°C . zerfällt die Gallussäure, ähnlich der Gerbsäure, in Pyrogallussäure $= \text{C}^{12}\text{H}^6\text{O}^6$ und 2 Aequ. Kohlensäure.

VI. Gerbsäuren (*Acida tannica*).

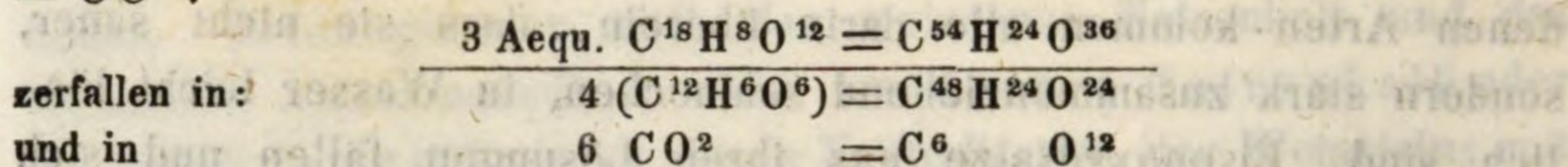
Die Gerbsäuren machen einen Bestandtheil sehr vieler Pflanzen aus und finden sich in den verschiedenartigsten Theilen derselben, besonders aber in den Rinden, Holz und Blättern. Die verschiedenen Arten kommen alle darin überein, dass sie nicht sauer, sondern stark zusammenziehend schmecken, in Wasser leicht löslich sind, Eisenoxydsalze aus ihren Lösungen fallen und sich an der Luft unter Aufnahme von Sauerstoff in andere Körper verwandeln. Die wichtigste derselben ist die Eichengerbsäure (*Adcidum quercitannicum*) $= \overline{\text{Qt}}$, $\text{C}^{18}\text{H}^8\text{O}^{12}$, früher Gerbstoff genannt, ist unter allen Gerbsäuren die am meisten verbreitete; besonders reich daran sind die Rinden vorzüglich der jüngerer Stämme von Eichen, Weiden, Birken, Buchen und Kastanien, welche gemahlen Lohe genannt werden; dann mehrere Hölzer, z. B. das Blauholz, Mahagoniholz u. s. w.; die Blätter des Sumachs und Perückenbaumes, welche gepulvert unter dem Namen Schmack in den Handel kommen, ferner die Blätter der Heidelbeere, des Gerberstrauches, der Bärentraube und der Eichen; die an den Blattstielen der letzteren durch Insektenstiche hervorgebrachten Galläpfel und die diesen verwandten auf gleiche Weise an den Kelchen der Eicheln erzeugten Knoppeln; dann die getrockneten Hülsen von *Mimosa cineraria*, welche man Bablah nennt; die Schalen der Linsen, der blauen Weintrauben und Granatäpfel, die Früchte der Schlehen u. s. w. Diese verschiedenen Substanzen werden zum technischen Gebrauche immer unmittelbar angewendet, da die Abscheidung der reinen Eichengerbsäure mittelst Aether zu kostspielig kommen würde. Die vorzüglichsten Eigenschaften derselben sind, dass sie Leim und Eiweiss niederschlägt, mit thierischer Haut eine, der Fäulniss widerstehende Substanz, das Leder, bildet,

mit Eisenoxydsalzen einen blauschwarzen Niederschlag erzeugt, und, in Wasser gelöst, an die Luft Kohlensäure abgibt und sich in Gallussäure umwandelt.

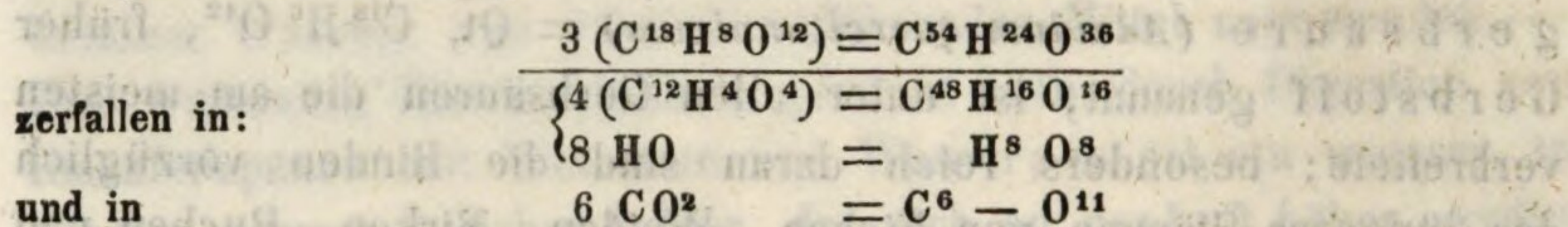
Man benützt daher die mit ihr versehenen Substanzen zum Gerben thierischer Häute, zur Bereitung der Tinte, sowie zum Schwarzfärben der Wolle, Seide, Baumwolle u. s. w.

Metamorphose der Gerbsäure.

Bei einer Temperatur von 200° zerfällt die Gerbsäure = $C^{18}H^8O^{12}$ in Pyrogallussäure = $C^{12}H^6O^6$ und Kohlensäure = CO^2 :

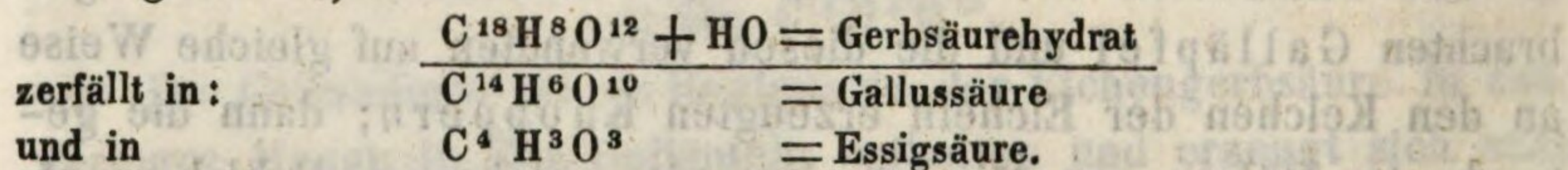


Die Temperatur bis auf 250° gesteigert liefert die Gerbsäure Metagallussäure = $C^{12}H^4O^4$, Wasser und Kohlensäure:



Die Summe der Zersetzungsproducte gibt in beiden Fällen wieder die ursprünglich zur Veranschaulichung des Vorganges angewendeten 3 Aequ. Gerbsäure.

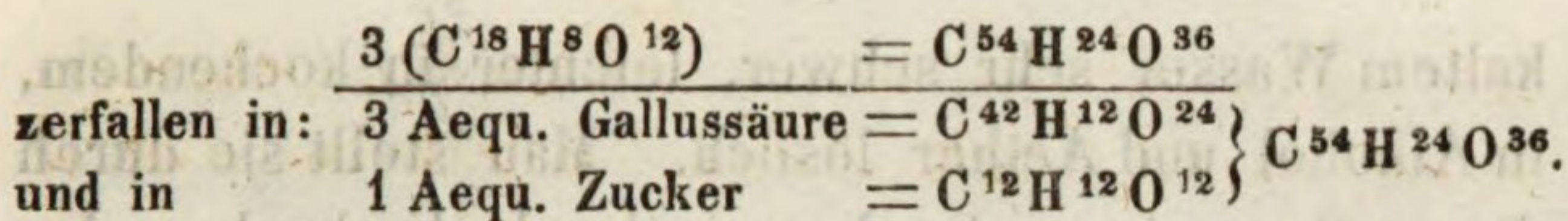
Durch die Berührung mit verdünnter Schwefelsäure oder verdünnter Kalilauge zerfällt die Gerbsäure in Gallussäure und Essigsäure, denn



Aus den neuen Untersuchungen Strecker's geht die höchst interessante Thatsache hervor, dass die

„Gerbsäuren mit Kohlenhydraten gepaarte Gallussäuren sind“.

Die Spaltung der Gerbsäure in Gallussäure und Zucker wird entweder durch Hefe oder durch Behandeln mit verdünnter Salzsäure oder Schwefelsäure eingeleitet:



Die Gerberei: Sie beginnt mit dem Reinigen der Häute, welche man durch Liegen im Wasser erweicht, durch Schaben mit einem Messer auf der Fleischseite reinigt und die Haare durch Kalk entfernt.

Das Anschwellen erweicht die Haut noch mehr, es geschieht schon in der Kalkmilch, mehr aber in einer sauren Flüssigkeit, die man durch Gährung der gebrauchten Lohe erhält, oder in sehr verdünnter Schwefelsäure. Das eigentliche Gerben findet nach verschiedenen Methoden statt. In der Lohgerberei schichtet man in Kufen oder Gruben die Häute mit Lohe, der zermahlenen Rinde von Eichen oder Fichten, und übergiesst sie noch mit Abkochungen von Lohe. So bleiben die Häute 4 bis 10 Monate liegen, und nehmen die Gerbsäure in sich auf, welche sich mit der Haut chemisch verbindet.

Statt dieses, lange Zeit erfordernden Verfahrens wendet man auch Lösungen von Gerbsäure an, in denen das Leder schon in 14 Tagen gahr ist, doch ist es dann weniger gut.

Bei der Weissgerberei behandelt man die Haut durch ein Gemisch von Alaun und Kochsalz, wobei wohl das entstehende Chloraluminium mit der Haut sich verbindet.

Die Sämischgerberei erzielt keine chemische Verbindung. Sie besteht darin, dass die vorbereiteten Häute mit Fett (Thran) imprägnirt werden.

Die Juchten werden in Birkenlohe gegerbt und erhalten durch Einreiben mit brenzlichem Birkenöl den Geruch. Pergament sind dünne Häute, welche mit Kreide eingerieben und durch Reiben mit Bimstein geglättet sind.

VII. Benzoësäure = $\overline{\text{BzO}} + \text{HO}$, $\text{C}^{14}\text{H}^5\text{O}^3 + \text{HO}$.

Die Benzoësäure bildet einen wesentlichen Bestandtheil vieler Harze, zumal der Benzoë, findet sich im Zimmt, in der Vanille etc., ist in sehr vielen Gasarten enthalten (daher der liebliche Geruch des Heu's) u. s. w., und ist lediglich dem Arzneyschatze angehörig.

Die Benzoësäure entsteht durch Oxydation von Bittermandelöl, Zimmtöl und Zimmtsäure, sowie aus der Hippursäure bei der Behandlung derselben mit Säuren oder Alkalien. Sie bildet weisse, glänzende, sehr dünne und biegsame Nadeln von schwachem, erwärmenden Geschmack, schmelzbar bei 120°C . und bei 239°C . siedend, in einem Luftstrome schon unter dem Schmelzpunkte

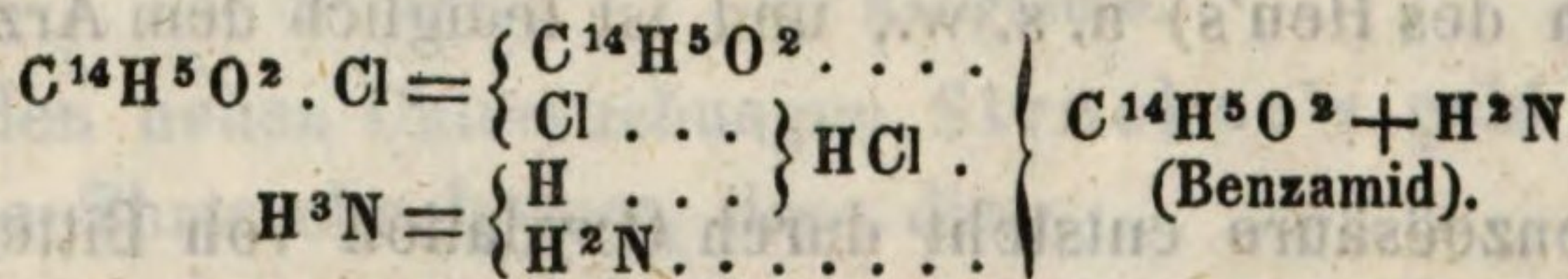
sublimirbar, in kaltem Wasser sehr schwer, leichter in kochendem, am leichtesten in Alkohol und Aether löslich. Man stellt sie durch Sublimation aus Benzoëharz dar, oder besser durch Auskochen des Harzes mit Kalkhydrat und Wasser, Abfiltriren der Lösung von benzoësaurer Kalkerde, Fällern der Benzoësäure durch Schwefelsäure und Umsublimiren. Die benzoësauren Salze sind grösstentheils in Wasser löslich, am leichtesten die alkalischen Salze.

Die Benzoësäure wird gewöhnlich als die Sauerstoffverbindung eines zusammengesetzten Radicals, genannt Benzoyl = Bz, $C^{14}H^5O^2$, betrachtet, wonach die rationelle Formel der wasserfreien Benzoësäure $BzO = (C^{14}H^5O^2) \cdot O$ geschrieben wird. Man kennt noch andere Verbindungen desselben Radicals, nämlich:

Benzoylwasserstoff (Bittermandelöl)	H. ($C^{14}H^5O^2$),
Chlorbenzoyl	Cl. ($C^{14}H^5O^2$),
Brombenzoyl	Br. ($C^{14}H^5O^2$),
Jodbenzoyl	J. ($C^{14}H^5O^2$),
Cyanbenzoyl	Cy. ($C^{14}H^5O^2$),
Amidbenzoyl (Benzamid)	H^2N . ($C^{14}H^5O^2$),
Schwefelbenzoyl	S. ($C^{14}H^5O^2$).

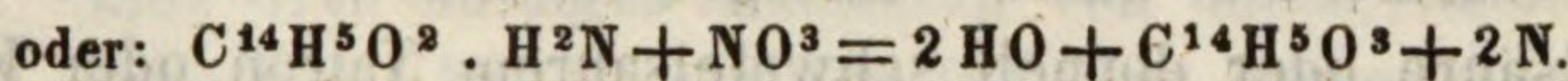
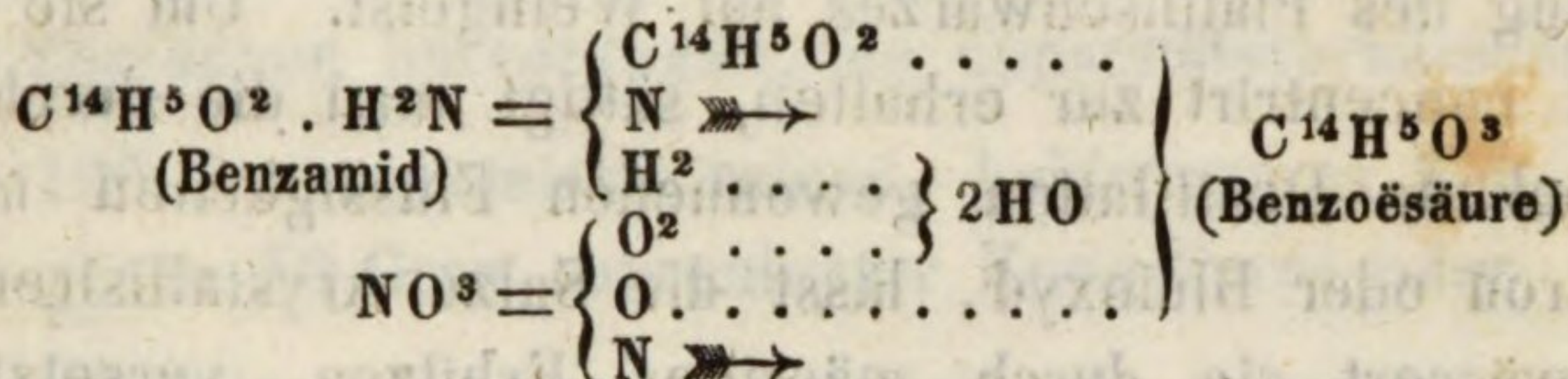
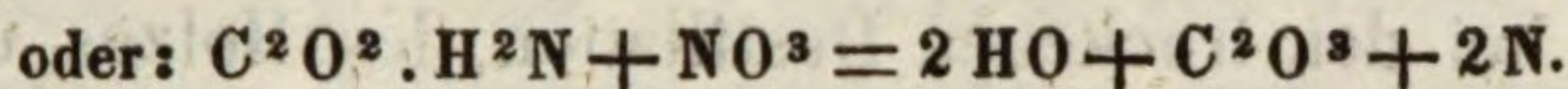
Alle diese verschiedenen Benzoylverbindungen lassen sich aus dem Bittermandelöl darstellen. In Berührung mit Sauerstoffgas verwandelt es sich unter Aufnahme von 2 Aequ. O in Bz O, durch Einwirkung von trockenem Chlorgas erhält man das Chlorbenzoyl = $BzCl = C^{14}H^5O^2 + Cl$, aus welchem durch Einwirkung von Ammoniak Benzamid*) d. i. das Amid der Benzoësäure gebildet wird.

Formel:



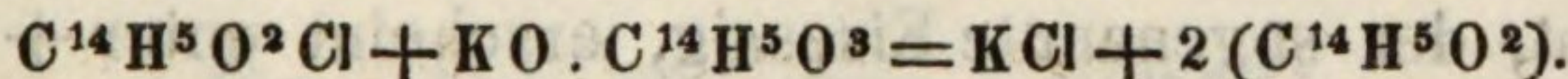
*) Unter dem Amid einer Säure versteht man die wasserfreie Säure, in welcher 1 Aequ. O vertreten ist durch Amid = NH^2 ; z. B. Axamid oder Amid der Oxalsäure = $C^2O^2 + H^2N$; Benzamid oder Amid der Benzoësäure = $C^{14}H^5O^2 + H^2N$.

Aus dem Amid einer Säure erhält man auf Zusatz von salpeteriger Säure die Säure selbst wieder, z. B.



Wasserfreie Benzoësäure = $\text{C}^{14}\text{H}^5\text{O}^3$.

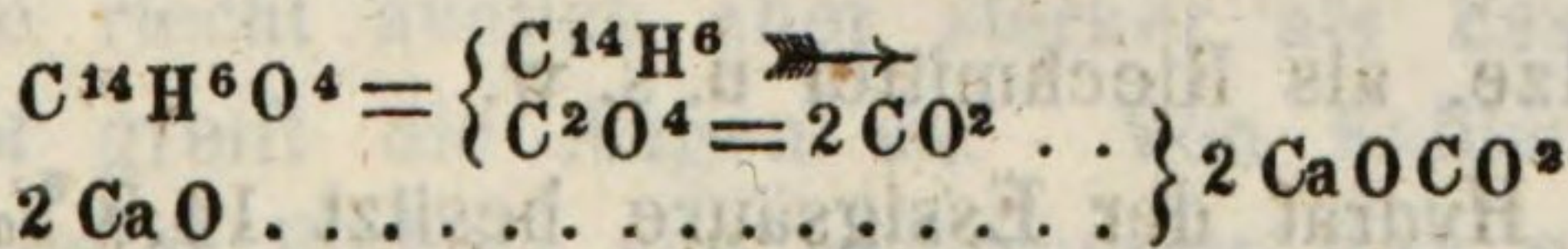
Erwärmt man Chlorbenzoyl mit benzoësaurem Kali, so entsteht Chlorkalium und wasserfreie Benzoësäure:



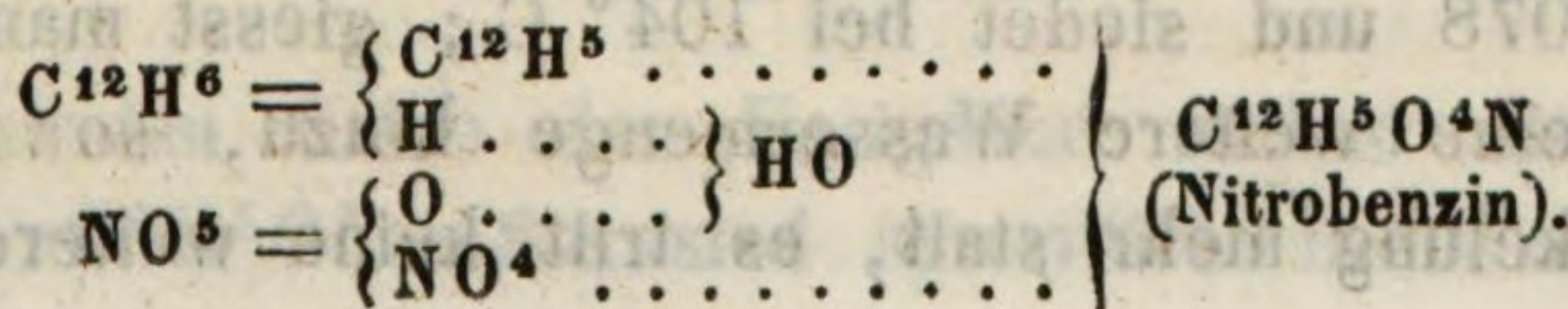
In Wasser ist sie unlöslich, in Alkohol und Aether löst sie sich zu vollkommen neutralen Flüssigkeiten. Durch kochendes Wasser wird sie allmählig in Benzoësäurehydrat verwandelt.

Erhitzt man Benzoësäure mit überschüssigem Kalkhydrat, so destillirt Benzol (Benzin) = C^{12}H^6 als eine farblose Flüssigkeit über, welche bei 0°C . siedet. Das Benzol findet sich auch unter den Producten der bei schwacher Glühhitze bewirkten Zersetzung der Fette und Steinkohlen.

Formel:



Salpetersäure mit diesem Benzin zusammengebracht, bildet sich das (im Handel vorkommende) Nitrobenzin.



VIII. Essigsäure (*Acidum aceticum*) = $\bar{A} + \text{HO}, \text{C}^4\text{H}^3\text{O}^3 + \text{HO}.$

Die Essigsäure kommt, an Kali und Kalk gebunden, in vielen Pflanzensäften, jedoch nur in unbedeutenden Mengen, vor, und erzeugt sich ausserdem bei der Essiggährung, welcher alle weingeisthaltigen Flüssigkeiten, in Berührung mit der Luft, unterworfen sind, ferner bei der trockenen Destillation des Holzes und bei der Einwirkung des Platinschwarzes auf Weingeist. Um sie möglichst rein und concentrirt zu erhalten, sättigt man die durch Gährung oder trockene Destillation gewonnenen Flüssigkeiten mit Basen, z. B. Natron oder Bleioxyd, lässt die Salze krystallisiren, reinigt und entwässert sie durch mässiges Erhitzen, versetzt sie mit Schwefelsäure oder doppelt schwefelsaurem Natron oder Kali, und befördert die Abscheidung der Essigsäure durch Destillation.

Die Essigsäure kann nicht auf gewöhnlichem Wege ohne Wasser dargestellt werden, indem sie selbst im concentrirtesten Zustande noch ein Mischungsgewicht desselben festhält. Dieses erste Hydrat, der sogenannte Eisessig, erscheint unter $+16^{\circ}\text{C}.$ als eine blätterige Krystallmasse, die bei höherer Temperatur aufthaut und eine farblose Flüssigkeit von scharf saurem Geschmacke und gleichem stechenden Geruche darstellt, welche an der Luft raucht, Wasser anzieht und allmählig in zweites Hydrat mit 3 M. G. Wasser übergeht. Zum Kochen bedarf sie eines höheren Hitzegrades, als Wasser, und verflüchtigt sich dann unverändert in Dämpfen, welche sich entzünden lassen und mit blauer Flamme zu Kohlensäure und Wasser verbrennen. Man gebraucht die Essigsäure in der Chemie als Auflösungsmittel für thierische Gallerte, aller leimbildenden Bestandtheile, dann in der Pharmacie und Technik zur Darstellung essigsaurer Salze, als Riechmittel u. s. w.

Das erste Hydrat der Essigsäure besitzt 14,8 % Wasser, hat ein specifisches Gewicht = 1,063 und siedet bei $119^{\circ}\text{C}.$; — das zweite Hydrat bildet sich mit 32 % Wasser, hat ein specifisches Gewicht = 1,078 und siedet bei $104^{\circ}\text{C}.$; giesst man nun dieser Verbindung eine weitere Wassermenge hinzu, so findet keine Wärmeentwicklung mehr statt, es tritt keine weitere chemische

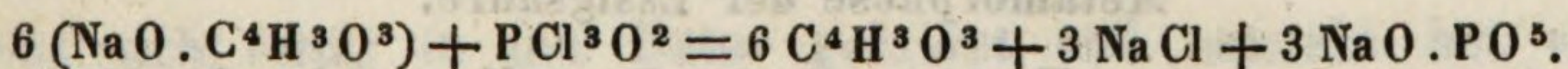
Vereinigung mehr ein, sondern die Säure wird bloß verdünnt. — Bei einem Gehalte von 46 % Wasser hat die Essigsäure, gleich dem ersten Hydrate, wieder ein specifisches Gewicht = 1,063; — daraus geht hervor, dass man in einer Flüssigkeit den Essigsäuregehalt nicht mit dem Aräometer bestimmen kann, sondern man ermittelt den quantitativen Gehalt einer Flüssigkeit an Essigsäure mittelst Alkalien; — je mehr zur Sättigung von diesen erforderlich ist, desto mehr war Essigsäure vorhanden; dazu kommt noch das aus vielen Versuchen hervorgegangene Capacitätsverhältniss:

- I. 100 Gran chemisch reines, kohlen-saures Kali sättigen genau 89 Gran concentrirter Essigsäure; oder
- II. 2,07 Gran flüssiges Ammoniak von einem Ammoniakgehalte von 1,369 % sättigen 0,1 Gran concentrirte Essigsäure.

Dieses accetimetrische Verfahren verdanken wir Otto von Braunschweig.

Wasserfreie Essigsäure = $C^4H^3O^3$.

Die wasserfreie Essigsäure wird durch Vermischen von Phosphoroxydchlorid mit trockenem, essigsaurem Natron und Erhitzen der Mischung dargestellt. Es geht hierbei in eine flüchtige Flüssigkeit über, die man durch abermalige Destillation über eine kleine Menge essigsaures Natron reiniget. Die Bildung derselben erklärt sich durch die Gleichung:



Die wasserfreie Essigsäure ist eine farblose, sehr bewegliche Flüssigkeit; sie riecht ähnlich aber stärker als Essigsäurehydrat, und ihr Dampf greift die Augen an. Von Kalilauge wird sie augenblicklich unter Bildung von essigsaurem Kali gelöst.

Essigsaure Salze.

Die neutralen Salze der Essigsäure haben die allgemeine Formel: $MO \cdot C^4H^3O^3$. Sie sind sämmtlich in Wasser löslich.

Ausserdem bildet die Essigsäure mit einigen Basen (Bleioxyd, Kupferoxyd) basische Salze und mit Kali ein zweifach saures Salz.

Das einfach essigsaure Kali $= \text{KO} \cdot \text{C}^3\text{H}^3\text{O}^3$ ist äusserst leicht in Wasser löslich, so dass es schwierig krystallisirt und an der Luft zerfliesst.

Das essigsaure Natron $= \text{NaO} \cdot \text{C}^4\text{H}^3\text{O}^3 + 6 \text{HO}$ krystallisirt leicht in schief rhombischen Säulen, welche in 2,8 Theilen kalten Wassers sich lösen.

Bleizucker und Bleiessig (siehe Blei und seine Verbindungen).

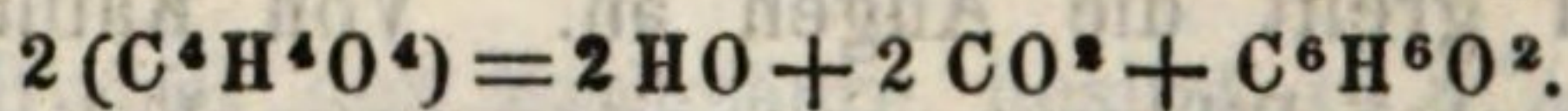
Essigsaures Kupferoxyd (siehe Kupfer und seine Verbindungen).

Substitutionsproducte der Essigsäure.

Die Essigsäure erleidet bei der Behandlung mit Chlorgas eine Verwandlung, indem ein Theil des Wasserstoffes derselben durch Chlor substituirt wird. Im zerstreuten Tageslichte verwandelt sie sich bei dem Einleiten von Chlorgas in Chloressigsäure $= \text{HO} \cdot \text{C}^4\text{H}^2\text{ClO}^3$, welche der Essigsäure in ihren Eigenschaften sehr gleicht. Bringt man dagegen in eine mit Chlorgas gefüllte Flasche Essigsäurehydrat und setzt sie dem directen Sonnenlichte aus, so entsteht Trichloressigsäure $= \text{HO} \cdot \text{C}^4\text{Cl}^3\text{O}^3$, welche in farblosen Rhomboëdern krystallisirt. Es ist eine starke Säure, die leicht in Wasser löslich ist und mit den Basen lösliche Salze bildet.

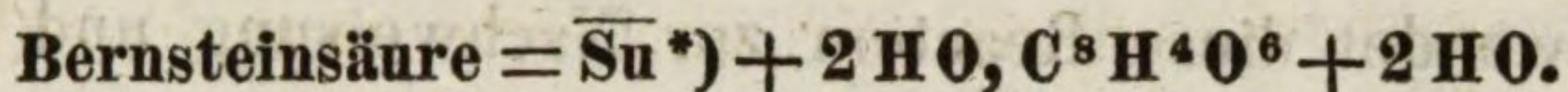
Metamorphose der Essigsäure.

Leitet man die Essigsäure in Dampfform durch ein zum schwachen Glühen erhitztes Rohr, so zerfällt sie in Wasser, Kohlensäure und Aceton $= \text{C}^6\text{H}^6\text{O}^2$ nach der Gleichung:

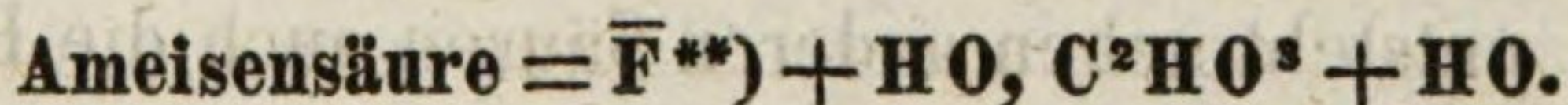


Das Aceton wird leichter durch Erhitzen trockener, essigsaurer Salze erhalten. Beim schwachen Glühen von essigsaurem Kalk entweicht Aceton, während kohlensaurer Kalk hinterbleibt $= 2(\text{CaO} \cdot \text{C}^4\text{H}^3\text{O}^3) = \text{C}^6\text{H}^6\text{O}^2 + 2(\text{CaO} \cdot \text{CO}^2)$. Das Aceton ist eine farblose, neutrale Flüssigkeit von 0,814 specifischem Gewicht,

die bei 56° C. siedet. Es verbrennt mit wenig leuchtender Flamme, wie Weingeist, und lässt sich in jedem Verhältnisse mit Wasser, Alkohol und Aether mischen.



Diese findet sich im Bernstein, dem Wermuth und zuweilen im thierischen Körper fertig gebildet; sie entsteht bei der Gährung mancher organischen Säuren, z. B. der Aepfelsäure, sowie bei der Oxydation der fetten Säuren, selbst der Buttersäure. Sie bildet farblose Krytalle rechtwinkliger Prismen, ist ohne Geruch und schwach saurem Geschmack, in kaltem Wasser schwer, in kochendem und Alkohol leicht auflöslich. Sie schmilzt bei 180° C. und siedet bei 235° C.; durch rasche Sublimation (bei Entfernung des Wassers) kann sie als Anhydrid gewonnen werden. Mit Basen bildet sie neutrale Salze und zweifach saure Salze. Die alkalischen Salze sind löslich, die übrigen schwer, oder unlöslich. Neutrale Eisenoxysalze werden durch bernsteinsaures Alkali zimmtbraun gefällt; mit Ammoniak übergossen, schrumpft der Niederschlag zusammen, wird dunkler und hinterlässt überbasisch bernsteinsaures Eisenoxyd.



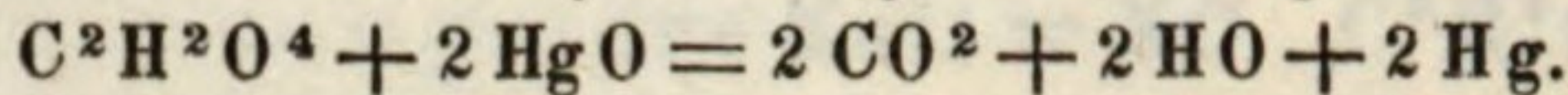
Die Ameisensäure (Formylsäure genannt, weil man das Radical derselben Formyl nennt) wurde früher mit der Essigsäure verwechselt und erst seit 1805 als eigenthümlich anerkannt, sie findet sich fertig in der Natur gebildet und entsteht bei vielen chemischen Processen. Man hat sie in den Ameisen, Brennesseln, Fichtennadeln u. s. w. gefunden, aus denen man sie durch Destillation mit Wasser darstellen kann.

Das Ameisensäurehydrat ist eine farblose, höchst ätzende Flüssigkeit von durchdringendem Geruche.

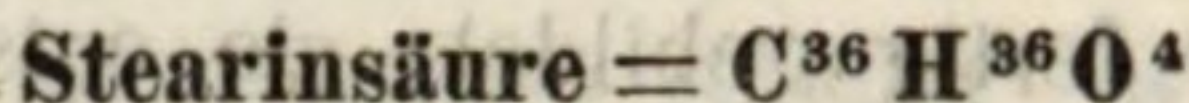
*) *Succinum*, Bernstein.

**) *Formica*, Ameise.

Durch leicht reducirbare Metalloxyde, z. B. Quecksilberoxyd oder Silberoxyd, wird die Ameisensäure beim Erwärmen in Kohlensäure und Wasser verwandelt, die Oxyde selbst gehen in Metalle über, z. B.:



Man wendet diese Reaction zur Nachweisung und Entfernung von Ameisensäure in Säuregemischen an.



findet sich besonders in den härteren Fetten; dargestellt wird sie aus Hammelstalg, dieser wird verseift, die Seife durch verdünnte Schwefelsäure zersetzt und die Säure aus Alkohol umkrystallisirt.

Im Grossen wird die Stearinsäure als Hauptbestandtheil der sogenannten Stearinkerzen (Millykerzen) durch Verseifen der Fette mit Kalk erhalten. Die unlösliche Seife nimmt man vom Wasser ab und zersetzt sie durch Schwefelsäure unter Beihilfe von Wasserdampf.

An der Oberfläche scheiden sich die fetten Säuren flüssig ab. Nach dem Erstarren presst man in hydraulischen Pressen aus Gemenge der fetten Säuren die meiste Oelsäure aus, worauf Stearinsäure gemengt mit noch zwei andern organischen Säuren zurückbleibt. Gewöhnlich setzt man dieser Masse noch etwas Wachs zu, um ihr die krystallinische Textur zu nehmen.

Eigenschaften: Fest, unlöslich in Wasser, löslich in Alkohol und Aether, krystallisirt, die Lösung reagirt sauer. In kleinen Mengen destillirbar, in grösseren zersetzt sie sich beim Erhitzen. Mit NO^5 erhitzt, entsteht neben anderen Säuren auch die Bernsteinsäure.

B. Stickstoffhaltige organische Säuren.

In dieser Abtheilung stehen durchaus nur solche Säuren, welche für den Techniker von keiner hesonderen Wichtigkeit sind. Zu den merkwürdigeren gehören die Harnsäure, Hippursäure, Cholsäure und Choleinsäure, welch letztere einen Bestandtheil der Galle ausmachen.

I. Harnsäure, Lithensäure = $\bar{\text{U}}\text{r}^*$), $\text{C}^{10}\text{H}^4\text{N}^4\text{O}^6$.

Diese Säure ist neben einem alkaloidähnlichen Stoffe, dem Harnstoffe, der charakteristische Bestandtheil des Harnes ganzer

*) $\bar{\text{U}}\text{r}$ von *acid. uricum*.

Thierklassen, und kommt selbst bei sehr niederen Thieren vor, vielleicht soweit, als überhaupt Nieren vorhanden sind. Bei den pflanzenfressenden Thieren findet sie sich im Allgemeinen mehr nur in untergeordneter Weise im Harn, kann aber demselben in keiner Weise ganz abgesprochen werden. In sehr beträchtlicher Quantität tritt sie in dem Harne der Vögel (z. B. Guano), der Amphibien, der Schnecken und Insecten auf. Ausser dem Harne hat man sie jetzt auch schon im Blute und in den gichtischen Ablagerungen in den Gelenken nachgewiesen. Am besten gewinnt man die $\overline{Ur}$ aus den harnsaures Ammoniak enthaltenden Schlangen- oder Vogel-Excrementen, indem man dieselben zerreibt, mit überschüssiger Kalilösung (worin 1 Theil KOHO in 20 Theilen Wassers gelöst ist) kocht, bis aller Geruch nach Ammoniak verschwunden ist; dann in die filtrirte Lösung so lange Kohlensäure einleitet, bis die Lösung nahezu neutral ist. Das harnsaure Kali schlägt sich hiedurch in Gestalt eines körnigen weissen Pulvers nieder, welches mit kaltem Wasser gewaschen, in schwacher, siedender Kalilösung aufgelöst und noch heiss in kleinen Portionen in warme Salzsäure eingegossen wird, wobei die ClH immer im Ueberschuss vorhanden sein muss.

Die $\overline{Ur}$ krystallisirt in weissen, geruch- und geschmacklosen Schuppen, die in feuchtem Zustande Lackmus röthen. In Alkohol und Aether ist sie ganz unlöslich. Sie löst sich besonders leicht in einem Ueberschusse von Alkalien, — noch leichter als die neutralen, harnsauren Alkalisalze ist der saure, harnsaure Kalk in kaltem Wasser löslich. Im Borax, sowie in kochender, concentrirter Schwefelsäure löst sich endlich ebenfalls die Harnsäure und zwar in letzterer ohne alle Veränderung.

Man hat die Beobachtung gemacht, dass, wenn man Salze genießt, welche aus einer organischen Säure und einer unorganischen Basis, einem Alkali, bestehen, — die organische Säure durch den Respirationprocess zersetzt und ein kohlen-saures Salz gebildet wird, welches im Harne sich findet, demselben alkalische Reaction verleiht und dadurch das Lösen der Harnsäure bewirkt.

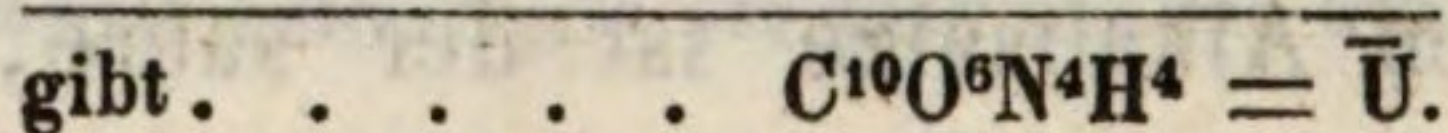
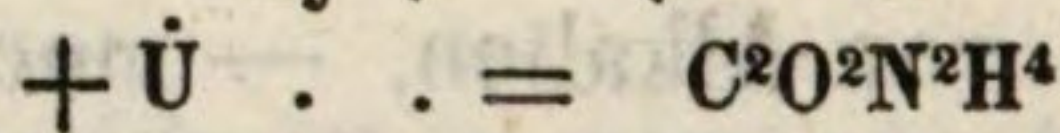
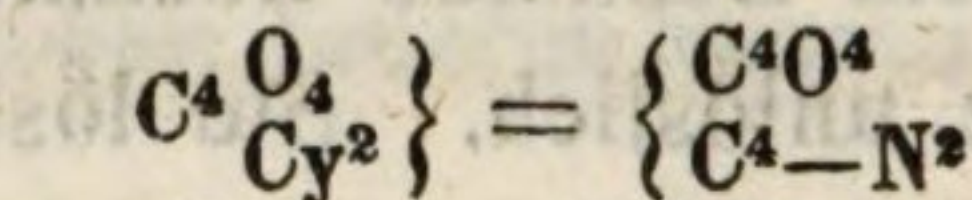
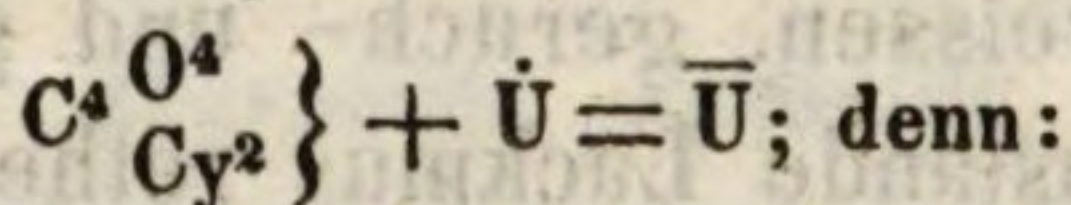
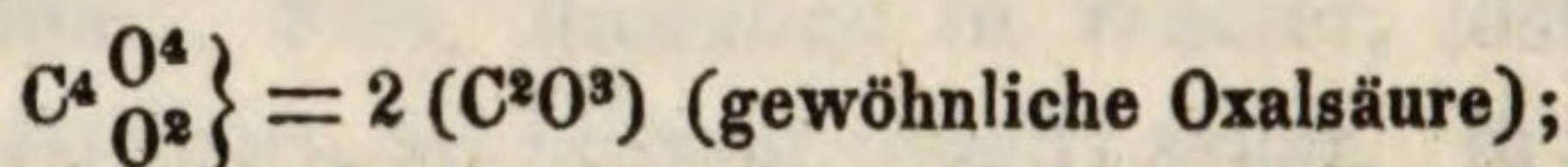
In der Hitze zersetzt sich die Harnsäure unter Entweichen

von kohlensaurem Ammoniak, Cyanammonium, Cynanwasserstoff und anderen Producten, gibt ein Sublimat von Harnstoff und Cyansäure und hinterlässt stickstoffhaltige Kohle.

Sie bildet vorzugsweise saure Salze, doch hat Bensch auch das neutrale Salz des Kali's und noch von vielen anderen Basen, z. B. Bleioxyd und den alkalischen Erden, kennen gelehrt.

Fast alle zweifach harnsauren Salze sind sehr schwer löslich, erdig, pulverig, geschmacklos und, wenn die Basen nicht gefärbt sind, farblos. Ihr Hauptcharakter ist der, dass sie mit Salpetersäure in mässiger Wärme abgedampft schön morgenroth werden: durch Ammoniak steigert sich noch diese Röthe, durch Kali wird sie prachtvoll violett. Durch trockene Destillation liefern sie kohlen-saures Ammoniak, Cyanammonium, brenzliche Oele u. a.; zurück bleibt ein Cyanmetall, wenn die Basis ein fixes Alkali war.

Hinsichtlich ihrer chemischen Constitution lässt sich die Harnsäure betrachten als eine Verbindung von Harnstoff mit einer Oxalsäure, in welcher 2 Aequivalente Sauerstoff durch 2 Aequivalente Cyan ersetzt sind:



II. Hippursäure = $\text{C}^{18}\text{H}^9\text{NO}^6$.

Diese Säure wurde im Pferdeharn (daher der Name *ἵππος* Pferd, und *urina*) zuerst aufgefunden, nachher im Harne anderer Kräuterfresser, zuletzt in dem normalen Menschenharn (Liebig).

In besonderer Menge findet sie sich in letzterem nach dem Genusse von Benzoësäure, Zimmtsäure oder Bittermandelöl und es lässt sich diese Verwandlung im Organismus einigermaßen be-

greifen, seit man erkannt hat, dass die Hippursäure eine gepaarte Benzoësäure ist.

Man bereitet die Hippursäure aus Pferde- und Kuhharn am besten, indem man denselben mit überschüssiger Kalkmilch versetzt, einige Augenblicke aufkocht, dann heiss kolirt und so schnell als möglich auf etwa den achten Theil des anfänglichen Volums einkocht; nach diesem wird er mit Salzsäure übersättigt, wo nach dem völligen Erkalten eine ansehnliche Krystallisation von etwas gefärbter Hippursäure erhalten wird. Durch die Wiederholung desselben Verfahrens mit Kalk u. s. w. lässt sie sich völlig entfärben.

Die Hippursäure krystallisirt in deutlich ausgebildeten, quadratischen Säulen und unterscheidet sich schon durch die weit grösseren Krystallnadeln, in welchen sie aus ihren Salzen durch Säuren sich ausscheidet, einigermaßen von der Benzoësäure.

Der Ursprung der Hippursäure ist rein nur im thierischen Körper zu suchen; sie kommt in den Pflanzen nie vor; aber auch die Benzoësäure, durch deren Paarung die Hippursäure entsteht, stammt wohl in den meisten Fällen aus dem Thierkörper; wenigstens findet sich in den gewöhnlichen Nahrungsmitteln des Menschen keine Bz und der Harn der Kühe ist gleich reich an Hipp, ob sie mit Heu oder Runkelrüben gefüttert werden. Die Hippursäure ist eines der kohlenstoffreichsten Producte des Organismus.

III. Cholsäure*) und IV. Choleïnsäure.

Alle Arten von Galle, bei den verschiedensten Thieren, bestehen der Hauptmasse nach aus der wässerigen Lösung des Natronsalzes einer N-haltigen, aber schwefelfreien Säure (Cholsäure von Strecker), und überdiess dem Natronsalze einer Schwefel- und N-haltigen Säure (Choleïnsäure von Strecker). Die relative Menge dieser beiden Salze bleibt bei derselben Thierfamilie sich ziemlich gleich, ist aber bei verschiedenen Thierklassen höchst

*) Vom griechischen *χόλος* die Galle.

abweichend. Sämmtliche Gallen enthalten ausser diesen zwei Salzen noch Gallenschleim, Fett, Cholesterin und anorganische Salze. Der Schwefelgehalt der Galle ist am geringsten beim Schweine, dessen Galle nur $\frac{1}{2}$ bis 1 Procent S enthält, während er in der Schlangengalle am reichhaltigsten ist und 6 Procent beträgt. Die N-haltige, aber S-freie Säure scheint bei den meisten Thieren ein und derselbe Stoff (Cholsäure) zu sein, nicht aber in der Schweinsgalle, worin an ihrer Stelle die Hyocholinsäure auftritt.

Nach Strecker's neuesten Untersuchungen besteht die N-haltige, aber S-freie Säure der Galle der meisten Thiere (Cholsäure oder Choleinsäure genannt) aus $C^{52}H^{42}NO^{11} + HO$. Sie krystallisirt in feinen weissen Nadeln, die in kaltem Wasser sehr schwer, in kochendem etwas löslicher sind; die Lösung schmeckt süsslich und etwas bitter und röthet Lackmus. In Alkohol löst sie sich äusserst leicht, weniger in Aether. Ihre neutralen Salze werden durch die Salze der alkalischen Erden nicht gefällt, dagegen durch CaO -, PbO -, AgO - und Fe^2O^3 -Salze.

Die stickstoff- und schwefelhaltige Säure, Choleinsäure, ist der gewöhnliche Begleiter der Cholsäure in der Galle der Thiere. Während in dem mit Bleizucker aus frischer Galle erhaltenen Niederschlag sich vorzugsweise Cholsäure findet, enthält die hernach mit Bleiessig bewirkte Fällung hauptsächlich choleinsaures Bleioxyd. Man hat die Choleinsäure daraus bis jetzt noch nicht rein abscheiden können, weil sie fast dieselben Reactionen wie die Cholsäure zeigt, und überdies äusserst leicht zersetzt wird. Doch ist von ihr nachgewiesen, dass sie eine gepaarte Cholalsäure darstellt.

Die Gallen der meisten Thiere scheinen sich unter einander nur quantitativ zu unterscheiden, indem in ihnen die Mengenverhältnisse zwischen Cholsäure und Choleinsäure differiren. In der Schlangengalle findet sich fast nur die schwefelhaltige, in der Schweinsgalle fast nur eine schwefelfreie Gallensäure.

Zweite Klasse.

Organische Basen.

Die Alkaloïden*) oder organischen Basen

finden sich theils in solchen Pflanzen, die durch Giftigkeit oder Heilkräfte sich auszeichnen, oder im Thierkörper; viele erhält man aber auf künstlichem Wege aus ihren Bestandtheilen. Sie enthalten ohne Ausnahme Kohlenstoff, Wasserstoff und Stickstoff, zu welchen Elementen noch Sauerstoff, Schwefel und diejenigen Körper hinzutreten können, welche am geeignetsten sind, Substitute zu erzeugen (z. B. Cy).

Sie sind den Alkalien sehr ähnlich, vorzüglich dem Ammoniak. Viele reagiren alkalisch, die meisten sind in Wasser nicht löslich, in Weingeist oder Aether dagegen leichter, schmecken sehr bitter, ebenso ihre Salze und sind oft in kleinster Menge sehr giftig; als Gegenmittel dienen Gerbstoffe, wie z. B. Galläpfeltinktur, Thee u. s. f.; sie verbinden sich mit Säuren zu oft krystallisirbaren Salzen. Die meisten sind fest, wenige flüssig oder gasförmig. Sie bilden gewöhnlich in den Pflanzen, in welchen sie vorkommen, den hervorragenden, den wirksamen Theil derselben.

Die Zahl der vom Thierreiche erzeugten Alkaloïde ist vergleichungsweise eine geringe, doch hat auch sie durch die neueren Forschungen einen beträchtlichen Zuwachs erhalten. Die meisten thierischen Alkaloïde sind von schwach basischen Eigenschaften und scheinen als Auswurfstoffe betrachtet werden zu dürfen. Es wird immer wahrscheinlicher, dass ihre Bildungsstätte in dem Blute zu suchen ist, doch lässt sich auch diese Annahme noch nicht unwiderleglich erweisen. Fast alle künstlich darstellbaren Alkaloïde sind bis jetzt noch nicht als fertig gebildet in der Natur vorgefunden und umgekehrt ist es noch nicht gelungen, ein einziges der von den Pflanzen gebildeten Alkaloïde künstlich zusammenzusetzen.

*) Von al (arab. Artikel), Kali und *εἶδομαι* ähnlich sein.

Die reinen Alkaloïde sind beinahe alle schwer löslich in Wasser, dagegen viel leichter löslich in Alkohol; ihre Salze sind in der Regel krystallinisch und häufig weit löslicher als die Basis allein, und in diesem Falle dann oft von stärkerem Geschmack und bedeutenderer Wirksamkeit als letztere. Werden die Salze der Alkaloïde unter dem Einflusse des Volta'schen Stroms zersetzt, so lagert sich die organische Basis am selben Orte ab, wo sich auch die basischen Metalloxyde abscheiden, nämlich am negativen Pole. Die Salze der Alkaloïde werden gewöhnlich gefällt: durch starke unorganische Basen, zuweilen auch durch kohlensaure Alkalien, dann durch Quecksilberchlorid (meist in weissen Flocken), durch Platinchlorid (fast immer in gelben oder gelbrothen Doppelverbindungen, welche häufig krystallinisch und dem Ammonium-Platinchlorid höchst analog sind), durch Gerbstofflösungen; am empfindlichsten unter allen Reactionen ist eine Verbindung von Jodkalium mit Quecksilberjodid, welche in den Lösungen der Alkaloïde gelblich-weiße, pulverförmige Niederschläge, aus Quecksilberjodid und jodwasserstoffsauerm Alkaloid bestehend, erzeugt.

Die organischen Basen, die Alkaloïde, lassen sich theils als den Alkalien ähnliche Oxyde betrachten, deren Radicale grösstentheils darstellbar sind, und dann vereinigen sie sich direct mit Sauerstoff- und Wasserstoffsäuren unter Wasserabscheidung und Erzeugung wahrer Sauerstoff- und Haloidsalze; theils sind sie dem Ammoniak vergleichbar, indem sie ohne Wasserabscheidung sich mit dem Säurehydrat oder der Wasserstoffsäure verbinden. Die letztere Klasse ist die bei weitem grössere.

Die organischen Basen lassen sich in zwei gut charakterisirte Gruppen, nämlich in sauerstofffreie und sauerstoffhaltige Basen, einteilen.

I. Gruppe:

Sauerstofffreie Basen.

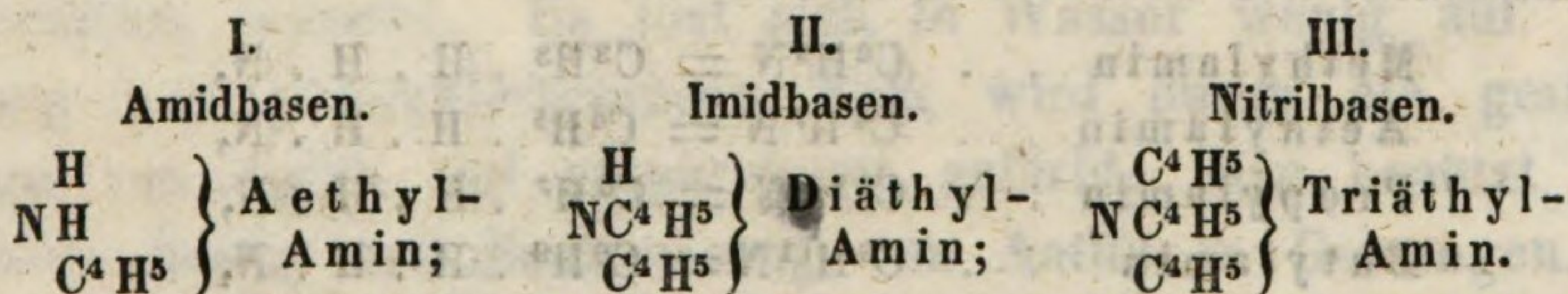
Diese Basen sind bei gewöhnlicher Temperatur theils ölartige Flüssigkeiten, theils feste Körper; sie sind ohne Zersetzung flüchtig, einige schon bei sehr niederer Temperatur. Sie lösen sich

nur zum Theil in Wasser, alle aber in Alkohol, Aether und festen Oelen. Die Mehrzahl derselben färbt geröthete Lackmustinktur blau. Sie verbinden sich mit Säuren zu neutralen Salzen, welche in Wasser und Alkohol löslich sind.

Die Zusammensetzung dieser Basen entspricht zum Theil der des Ammoniaks. Aehnlich wie das Ammoniak eine Verbindung von 1 Aequivalent Stickstoff mit 3 Aequivalenten Wasserstoff ist, sind diese Basen Verbindungen von 1 Aequivalent Stickstoff mit 3 Aequivalenten Radical, oder sie lassen sich betrachten als Ammoniak, worin 1, 2 oder 3 Aequivalente eines anderen Radicals ersetzt sind. Wenn wir, um diess durch Formeln anschaulicher zu machen,

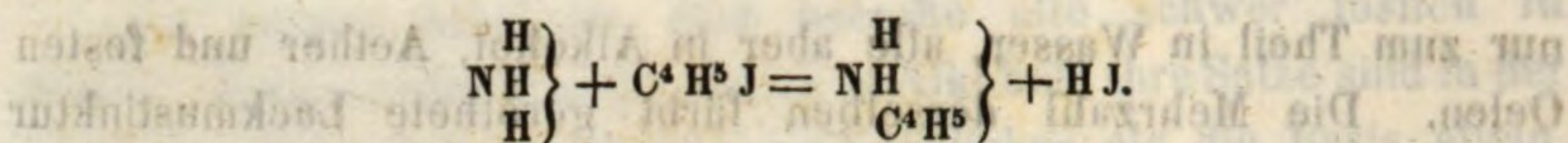
die Formel des Ammoniaks: $\text{NH} \begin{matrix} \text{H} \\ \text{H} \end{matrix}$ schreiben, so kann z. B. das Radical Aethyl = C^4H^5 die Stelle des Wasserstoffes vertreten, wodurch eine Anzahl organischer Basen gebildet wird.

Es kann hiebei (I.) entweder 1 Aequivalent Wasserstoff durch 1 Aequivalent eines zusammengesetzten Radicals vertreten sein (Amidbasen*) oder (II.) 2 Aequivalente Wasserstoff durch 2 Aequivalente Radical (Imidbasen), oder (III.) 3 Aequivalente Wasserstoff durch 3 Aequivalente Radical (Nitrilbasen). Wir erhalten hiernach folgende drei Reihen von Verbindungen:

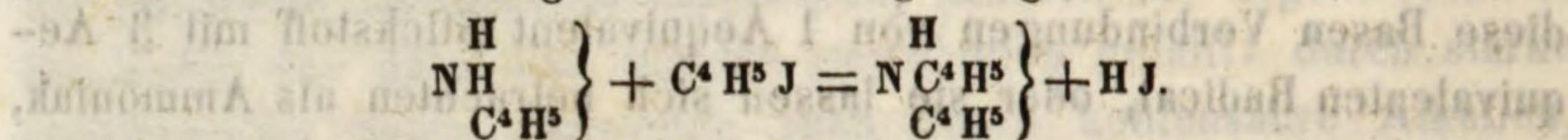


Diese organischen Basen lassen sich sämmtlich aus Ammoniak durch Behandlung mit Chlor-, Brom- oder Jodverbindungen der organischen Radicale darstellen, wobei immer 1 Aequivalent Wasserstoff sich mit dem Chlor, Brom oder Jod verbindet; das organische Radical tritt hiebei an die Stelle des Wasserstoffes. Wenn man z. B. Ammoniak mit Jodäthyl = $\text{C}^4\text{H}^5\text{J}$ erwärmt, so entsteht jodwasserstoffsäures Aethyl-Amin:

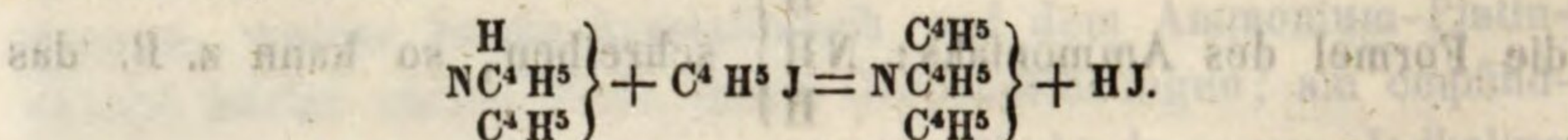
*) Amid aus Ammoniak und $\epsilon\iota\delta\omega$ ähnlich sein, also dem Ammoniak ähnliche Verbindungen.



Wird das Aethylamin abermals mit Jodäthyl zusammengebracht, so wird ein zweites Aequivalent Wasserstoff durch Aethyl ersetzt; nimmt man dagegen Jodmethyl, so tritt an die Stelle des Wasserstoffes 1 Aequivalent Methyl u. s. w. Die Bildung des Diäthylamins wird durch folgende Gleichung dargestellt:

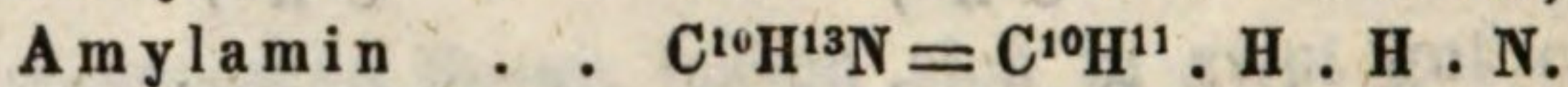
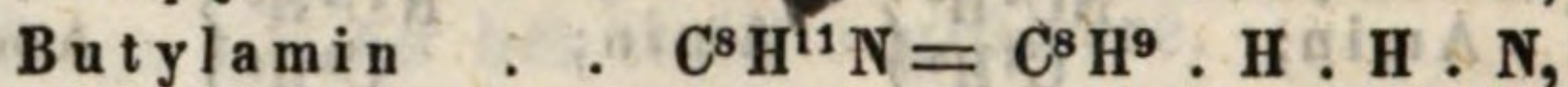
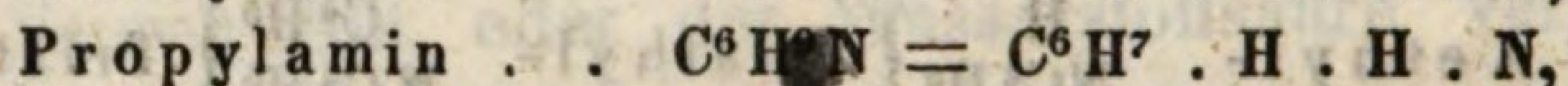
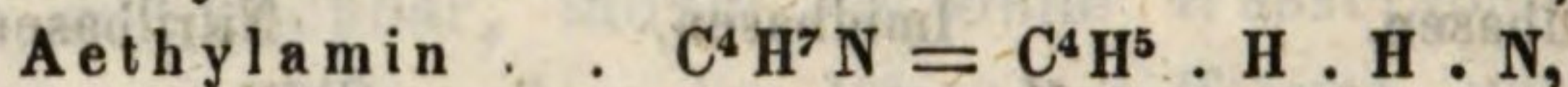
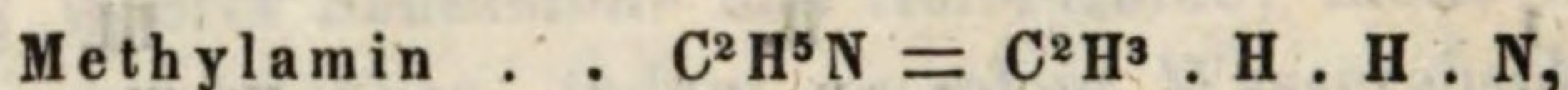


Das Diäthylamin geht endlich durch abermalige Behandlung mit Jodäthyl in Triäthylamin über:



Basen der allgemeinen Formel: $\text{C}^n\text{H}^{n+3}\text{N}$.

Diese Basen besitzen dem Ammoniak so ähnliche Eigenschaften, dass sie früher öfters mit demselben verwechselt wurden. Sie lassen sich indessen entzünden und verbrennen mit purpurfarbiger Flamme. In Wasser sind sie alle sehr leicht löslich. Da sie weniger leicht flüchtig sind als Ammoniak, so treiben sie dieses beim Erhitzen aus seinen Salzen aus:



Es gehört hieher ferner noch die grosse Anzahl der Basen, welche 2 oder 3 Aequivalente der Alkoholradicale enthalten. (Siehe diese.)

Basen der allgemeinen Formel: $\text{C}^n\text{H}^{n+5}\text{N}$.

Auch diese Basen kommen in der Natur nicht fertig gebildet vor, entstehen aber unter sehr verschiedenen Umständen. Sie sind dem Ammoniak weniger ähnlich als die vorhergehenden, obwohl sie noch das allgemeine Verhalten desselben zeigen. Sie lösen

sich in Wasser nur wenig auf, leicht in Alkohol. Diese homologen Basen sind entweder schon bei gewöhnlicher Temperatur oder wenigstens unter 100°C . flüssig.

Man kennt folgende Glieder dieser Reihe:

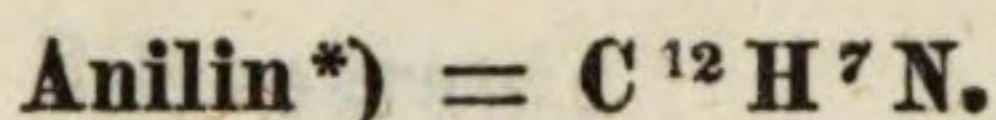
Anilin . . . $\text{C}^{12}\text{H}^7\text{N} = \text{C}^{12}\text{H}^5 \cdot \text{H} \cdot \text{H} \cdot \text{N}$,

Toluidin . . . $\text{C}^{14}\text{H}^9\text{N}$,

Xylidin . . . $\text{C}^{16}\text{H}^{11}\text{N}$,

Cumidin . . . $\text{C}^{18}\text{H}^{13}\text{N}$,

wozu auch die Glieder kommen, welche an der Stelle von 1 oder 2 Aequ. Wasserstoff 1 oder 2 Aequ. der Alkoholradicale enthalten.

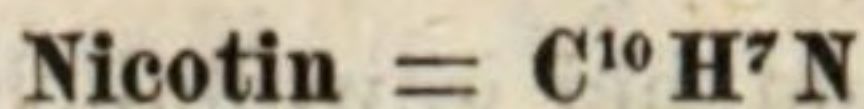


Das Anilin oder Phenylamin genannt, weil es das Radical Phenyl $= \text{C}^{12}\text{H}^5$ enthält, ist in den bei der Bereitung des Leuchtgases aus Steinkohlen gewonnenen Oelen enthalten. Durch Schütteln dieser Oele mit verdünnter Salzsäure geht es in die wässrige Lösung über, woraus es durch Destillation mit Kalk abgeschieden wird.

Das Anilin ist eine farblose, öartige Flüssigkeit von eigenthümlichem Geruche. Es löst sich in Wasser wenig auf. Eine Lösung von unterchlorigsaurem Kalk wird durch die geringste Menge von Anilin tief purpurviolett gefärbt. Man benützt diese Reaction häufig zur Nachweisung von Anilin in Gemengen. An der Luft färbt sich das Anilin allmählig braun.

Ausser den genannten sauerstofffreien organischen Basen möge hier noch eine, welche isolirt dasteht und deren homologe Glieder man nicht kennt, Erwähnung finden.

*) Von *ἀνειλέω* (aufwickeln), nach dem schnellen Wachsthum der Indigopflanze; wurde von Fritsche durch Einwirkung von Kalilauge auf Indigo erhalten. Jetzt wird es in grosser Menge aus dem Steinkohlentheer gewonnen und liefert das Grundmaterial zur Darstellung der bekannten schönen Anilinfarbe.



ist namentlich in den Blättern und Samen der Tabakspflanze (*Nicotiana*) als äpfel- und citronensaures Salz enthalten. Die Wirkungen des Tabaks auf den Organismus rühren von dem Nicotin her; in reinem Zustande ist es ein sehr starkes, narkotisches Gift. Der frische Tabak ist daran am reichsten, beim Verdunsten und Ablagern entweicht viel davon. Es ist ein farbloses Oel von scharfem Tabaksgeruch und Geschmack, lässt sich bei Gegenwart von Wasser ganz unzersetzt überdestilliren. In Wasser ist es ziemlich löslich und zeigt dann stark alkalische Reaction; es findet sich im Tabaksrauch, sowie condensirt im Tabakssaft.

II. Gruppe:

Sauerstoffhaltige Basen.

Die sauerstoffhaltigen Basen entsprechen in ihren Verbindungsverhältnissen theils dem Ammoniak, theils dem Ammoniumoxyd; im ersteren Falle enthalten sie sauerstoffhaltige Radicale, im letzteren können sie nur sauerstofffreie Radicale enthalten, während der Sauerstoff ausserhalb des Radicals sich befindet. Die Ammoniakbasen vereinigen sich mit Säurehydraten und Wasserstoffsäuren (wie das Ammoniak) ohne Abscheidung von Wasser; die Ammoniumoxydbasen dagegen scheiden unter denselben Umständen Wasser ab.

Unter der grossen Menge von Alkaloïden mögen hier noch als Beispiele dienen:

Chinin*) ist der wirksame Bestandtheil der Chinarinde; ein weisses, bitterschmeckendes Pulver, löslich in heissem Wasser. Die schwefelsauren, salzsauren und citronensauren Salze desselben finden in der Medicin gegen Fieber Anwendung;

*) Chinin nach de la Condamine von Quina oder China, in den Chinarindenbäumen der Gattung *Cinchona*. Letzterer Name ist von der Gräfin Cinchon in Peru (1638), welche durch den Genuss dieser Rinde das Wechselfieber verlor, hergenommen.

Morphin im Opium, dem getrockneten Saft des Mohns. Schmeckt sehr bitter und wirkt als narkotisches Gift. Gebrauch des Opiums zum Rauchen, des Morphins und seiner Salze als Arzneimittel;

Strychnin in den Krähenaugen, sehr heftiges Gift. Auch enthalten im Pfeilgift der Wilden. Arzneimittel. Das Strychnin hat die auffallende, man darf wohl sagen glückliche Eigenschaft, dass es durch Berührung mit chromsäurehaltiger Schwefelsäure eine prächtige dunkelviolette Färbung annimmt. Diese Reaction ist es, welche uns dient, Strychnin überall bestimmt nachzuweisen;

Atropin in der Tollkirsche und dem Stechapfel. Sehr giftig. Der Genuss desselben zeigt eine Erweiterung der Pupille;

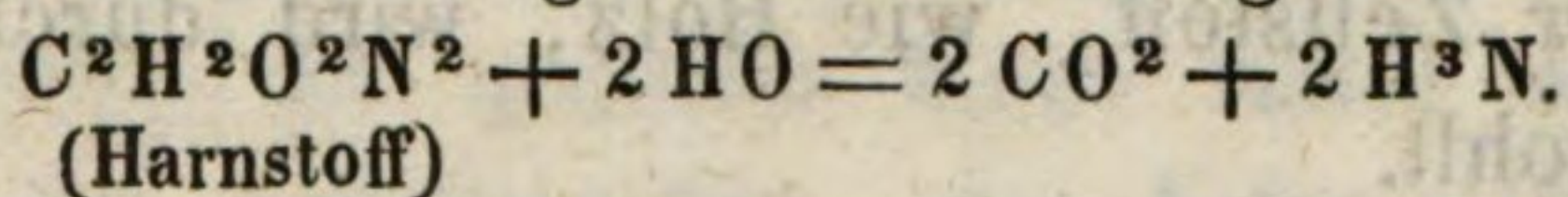
Hyoscyamin im Bilsenkraut;

Solanin in den Nachtschattengewächsen, besonders in den Keimen der Kartoffel;

Caffein im Kaffee und Thee;

Kreatin im Fleische und daher auch in der Fleischbrühe enthalten, und endlich

Harnstoff, dieser findet sich im Harne der Thiere, am reichlichsten in dem der Fleischfresser, aber auch in anderen thierischen Flüssigkeiten. In Berührung mit faulenden Stoffen zerfällt er sehr schnell in Kohlensäure und Ammoniak; solches findet z. B. beim längeren Stehen des Harns an der Luft statt. Diese Zersetzung erklärt sich leicht durch folgende Gleichung:



Dritte Klasse.

Indifferente organische Verbindungen.

I. Pflanzenfaser oder Cellulose = $\text{C}^{12}\text{H}^{10}\text{O}$.

Die Pflanzenfaser bildet die Substanz der Pflanzenzellen und Gefäße, dient daher dem Pflanzenkörper zur Stütze (wie dem Thiere die Knochen).

Eigenschaften: Farblose, organisirte Masse, unlöslich in Wasser, Alkohol und Aether, ebenso in verdünnten Alkalien und Säuren, welche sie jedoch bei längerem Kochen zersetzen. Wird durch Jod nicht gefärbt. Verbrennt beim Erhitzen an der Luft.

Die Zähigkeit der Pflanzenfaser, sowie ihre Unlöslichkeit in den verschiedenen Agentien, macht sie zu den verschiedensten Gespinnsten und Geweben tauglich, sowie zur Masse des Papiers.

Man erhält die Pflanzenfaser möglichst rein, wenn man zerkleinerte holzige Theile nach und nach mit verschiedenen Lösungsmitteln, als Weingeist, Wasser, schwachen Säuren und Laugen behandelt, und so die ihr anhängenden, fremdartigen Theile entfernt. In der Technik verwendet man sie meist weniger rein, wie man sie in den Bastfasern der Pflanzen findet und auf verschiedene Weise reinigt. Flachs; Lein; Hanf; Baumwolle.

Bearbeitung von Flachs und Hanf: Rösten, Fäulniss verschiedener verunreinigter Stoffe, Trocknen und Brechen, Schwingen, Spinnen und Weben; Bleichen auf zweierlei Art: Rasenbleiche (Ozon) oder Chlorbleiche.

Papierfabrikation: Zerreißen der Pflanzenfaser durch Walzen mit Messern besetzt; Bleichen durch Chlor; Entfernen des Wassers durch Siebe, geschöpftes und Maschinenpapier; Pressen zwischen Filz oder auf warmen Walzen; Leimen des Papiers.

Zersetzungen: Concentrirte Schwefelsäure zerstört die Pflanzenfaser, es wird anfangs eine stärkeartige Substanz gebildet, welche nach dem Verdünnen mit Wasser durch Jodblau gefärbt wird; bald aber geht sie über in Dextrin (siehe dieses), und endlich in Traubenzucker. Unreiner Zellstoff, wie Holz, wird durch Schwefelsäure zerstört — verkohlt.

Verdünnte Schwefelsäure wirkt erst bei längerem Kochen zersetzend, es entsteht Traubenzucker.

Taucht man Fliesspapier in das erkaltete Gemisch von Schwefelsäure mit dem halben Volum Wasser und wäscht es gut mit Wasser, so erhält das aufgequollene Papier die Eigenschaft der thierischen Blase, und behält seinen Zusammenhalt beim Aufweichen im Wasser — vegetabilisches Pergament.

Salpetersäure wirkt zerstörend unter Abgabe von Sauerstoff (siehe Salpetersäure).

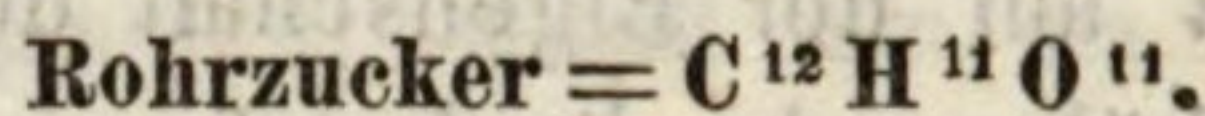
Da es nicht selten vorkommt, dass Baumwollgarn in gewinnsüchtiger Absicht zur Verfertigung von Leinen-Geweben verwendet, ja sogar ganz baumwollene Waaren als leinene feilgeboten werden, so ist es von Wichtigkeit, Mittel zu besitzen, wodurch dergleichen Verfälschungen sicher nachgewiesen werden können. Ein sehr gutes Mittel der Art beruht auf der Eigenschaft der Baumwolle, durch Schwefelsäure weit früher als die Leinfaser zerstört zu werden. Man entfernt zunächst durch wiederholtes Waschen und Kochen mit Seifenwasser die in der zu prüfenden Waare enthaltene Appretur, trocknet dann dieselbe und taucht einen Streifen 1 bis 2½ Minuten lang in concentrirte Schwefelsäure. Bringt man hierauf die Probe in eine Schale voll Wasser und lässt sie darin eine kurze Zeit liegen, so löst sich die durch Schwefelsäure in Dextrin verwandelte Baumwollfaser, während die Leinfaser, wenn auch etwas angegriffen, zurückbleibt. Unter dem Mikroskope betrachtet, erscheinen die Bastfasern des Leins rund, mit stark verdickter Wandung, und nicht um sich selbst gewunden; die Fasern der Baumwolle dagegen sind plattgedrückt, mit flach verdickter Wandung, und um sich selbst gewunden.

II. Zucker. Saccharum.

Mit dem Namen Zucker bezeichnet man diejenigen in Wasser löslichen und süß schmeckenden Kohlenhydrate*), die in Berührung mit Hefe in Alkohol und Kohlensäure zerfallen (der Weingährung fähig sind). Es gehören hiezu unter den Stoffen des Pflanzenkörpers: der Fruchtzucker, der Krümmelzucker und der

*) Zu dieser, nur sehr uneigentlich Kohlenhydrate genannten, natürlichen Familie gehört eine Anzahl von Körpern, welche sämmtlich 12 Aequivalente Kohlenstoff und ausserdem nur noch Wasserstoff und Sauerstoff in demselben Verhältnisse, wie im Wasser, enthalten. Sie gehören zu den wichtigsten Bestandtheilen der Pflanzen, kommen aber zum Theil auch in Thieren vor; sie werden meist durch Kochen mit verdünnter Schwefelsäure in Traubenzucker übergeführt, wobei sie stets die Elemente des Wassers aufnehmen. Es gehören hiezu: Rohrzucker, Traubenzucker, Milchzucker, Gummi, Dextrin, Stärkemehl und die bereits besprochene Holzfaser.

Rohrzucker, von denen der erste auch im Thierkörper gefunden wird, sowie aus dem Thierreich der Milchzucker der Thiermilch. Es ist nicht genau bekannt, ob sie für das Pflanzenleben mehr den Anfang oder das Endglied in der Reihe dieser Familie bilden.



Der Rohrzucker findet sich in den Pflanzensäften, besonders denen des Stammes, gelöst; in vorzüglicher Menge kommt er im Zuckerrohr und in den Runkelrüben vor. Der durch Auspressen dieser Pflanzen erhaltene Saft wird mit Kalkmilch geklärt und rasch eingedampft, wo beim Erkalten der Rohrzucker auskrystallisirt. Er wird durch Umkrystallisiren, Behandeln mit Kalk und Eiweiss, sowie mit Thierkohle gereinigt. Der Rohrzucker krystallisirt in farblosen, wasserhellen, schiefen Säulen; er löst sich in $\frac{1}{3}$ kalten Wassers, leichter in heissem; in Alkohol ist er weniger leicht löslich. Er schmeckt rein süß; beim Erhitzen schmilzt er, und erstarrt beim Erkalten zu einer glasartigen Masse (Gerstenzucker), welche erst nach längerer Zeit sich wieder in krystallinischen Zucker verwandelt. Erhitzt man ihn über seinen Schmelzpunkt auf 200°C.), so verliert er 2 Aequivalent Wasser und geht hiedurch in Caramel*) = $\text{C}^{12} \text{H}^9 \text{O}^9$ über, welcher sich nicht wieder in Zucker zurückführen lässt.

Der Rohrzucker geht mit Kalk, Baryt und einigen anderen Metalloxyden lösliche Verbindungen ein. Durch concentrirte Schwefelsäure wird er in eine schwarze Masse verwandelt (verkohlt).

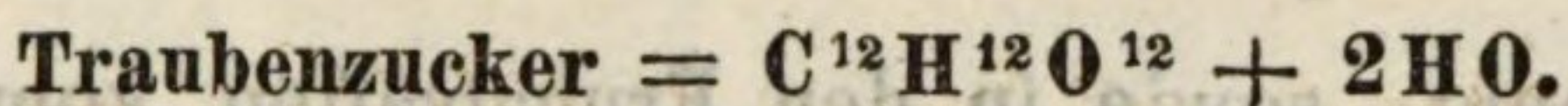
Die Verbindungen des Rohrzuckers mit Basen (CaO , BaO u. s. w.) nennt man Saccharate. Verschiedene Oxyde werden durch kochende Zuckerlösung, besonders bei Gegenwart von fixen Alkalien, reducirt. Seine concentrirte Lösung ist ein wichtiges Präservationsmittel für Früchte u. s. w. Bei der Verdauung wird er wohl in Traubenzucker umgewandelt und als solcher im Blute verbrannt. Wo und wie der Rohrzucker entsteht, ist völlig unbekannt. Er

*) Von καίω verbrennen und μέλας schwarz (Wittstein).

lässt sich auf keine Weise aus anderen Kohlenhydraten künstlich darstellen.

Häufig ist der Rohrzucker mit Traubenzucker verfälscht; man prüft eine solche Verfälschung, indem man ihn mit kaustischem Kali erwärmt; ist Traubenzucker vorhanden, so wird die Lösung gelb bis roth. Der hohe Grad von Löslichkeit und Süßigkeit geben ebenfalls einige Anhaltspunkte zur Prüfung. Auf Kalk und andere unorganische Beimengungen wird durch Einäschern untersucht.

Des auf genannte Weise erhaltenen Caramel's bedient man sich zur Färbung von Weinen und Liqueuren, weil er sich mit schön rothbrauner Farbe in diesen Flüssigkeiten löst; ausserdem verwendet man dasselbe als Zusatz zu Saucen, in der Conditorei u. s. w.



Der Traubenzucker kommt in vielen süßen Früchten, im Honig und in geringer Menge im Blute vor; er entsteht aus allen Körpern dieser Gruppe, wenn sie mit sehr verdünnter Schwefelsäure längere Zeit gekocht werden.

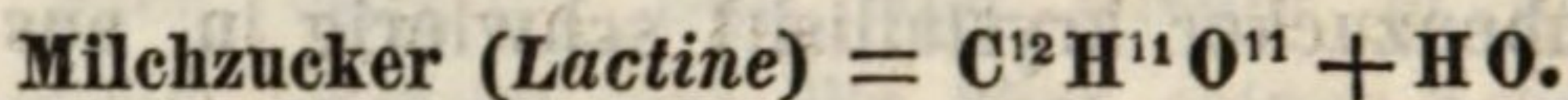
Der Traubenzucker krystallisirt schwierig in, aus kleinen Körnern zusammengesetzten, blumenkohlartigen Massen. Die Krystalle enthalten zwei Aequivalente Wasser, welches sie bei 100° C. verlieren, wobei sie schmelzen. Er löst sich in $\frac{1}{2}$ kalten Wassers und schmeckt weniger süß als Rohrzucker. Durch alkalische Basen wird er viel leichter als der Rohrzucker zersetzt; mit Chlornatrium bildet er eine schön krystallisirte Verbindung: $2(\text{C}^{12}\text{H}^{12}\text{O}^{12}) \cdot 2\text{H}\text{O} + \text{Na Cl}$.

Beim Erhitzen verwandelt er sich in Caramel. Mit Kupfervitriol und Kali versetzt, reducirt er schon in der Kälte das Kupferoxyd zu Kupferoxydul. Er löst sich in concentrirter Schwefelsäure ohne Schwärzung auf, indem er damit eine gepaarte Säure bildet.

Die den Traubenzucker vor Allem charakterisirende Eigenschaft ist die, in Berührung mit Hefe, in Alkohol und Kohlensäure zu zerfallen. Der Rohrzucker gährt erst, nachdem er sich zuvor in Traubenzucker verwandelt hat. Der Traubenzucker spielt wohl in den Pflanzen, besonders beim Reifungsprocesse, eine grosse

Rolle, deren Eigenthümlichkeit den anderen Kohlenhydraten gegenüber noch nicht näher bestimmt ist. Ferner scheint er ein normaler Bestandtheil des Blutes und der Leber der Thiere zu sein; Bérnard fand ihn auch bei solchen Thieren, die längere Zeit nur Fleischkost erhalten oder gefastet hatten. Wie derselbe entstanden ist, kann gegenwärtig nicht entschieden werden. Das Blut scheint in den ersten Stunden nach der Verdauung am zuckerreichsten. Ueber die Art und den Ort der Umwandlung der Nahrungsmittel in Traubenzucker innerhalb des Thierkörpers ist nur wenig Sicheres bekannt; eine gewisse Zuckererzeugung aus amylumhaltiger Nahrung scheint bei gesunden Menschen normal vorzukommen und schon durch die Verdauungssäfte in den ersten Wegen vor sich zu gehen.

In dem Honig, sowie in den Fruchtsäften kommt eine Modification des Traubenzuckers vor, welche sich von demselben dadurch unterscheidet, dass sie nicht krystallisirt. Man nennt den unkrytallisirbaren Zucker Fruchtzucker [*Glucose*].



Derselbe krystallisirt in weissen, vierseitigen Säulen sehr hart, zwischen den Zähnen knirschend; schmeckt schwach süss und sandig. In 6 Theilen kalten und 3 Theilen heissen Wassers löslich, aber keinen Syrup bildend; lenkt nach rechts ab; in Alkohol unlöslich; durch Erwärmen wird er wasserfrei. Er geht nur sehr langsam in Gährung über; durch Zusatz von Casein wird er in Milchsäure und Buttersäure übergeführt. Durch Salpetersäure liefert er (als Ausnahme von den anderen Zuckerarten) Schleimsäure (neben Kleesäure).

Der Milckzucker kommt im Pflanzenreiche nicht vor, dagegen in der Milch der Säugethiere und im bebrüteten Hühnerei. Dargestellt wird er aus der Milch, deren grösster Theil von Casein und Butter vorher entfernt worden ist, also aus den Molken durch Abdampfen und Umkrytallisiren. Beim Sauerwerden der Milch verwandelt er sich in Milchsäure: $\text{C}^{12}\text{H}^{10}\text{O}^{10} + 2 \text{ aq.} = 2 \text{ C}^6\text{H}^6\text{O}^6$, d. h.

2 At. Milchsäure. Vielleicht nützt er dem Säuglinge, namentlich durch die Leichtigkeit, mit der er in Milchsäure übergeht, die ja jetzt so allgemein im menschlichen Körper (in der Muskelflüssigkeit, im Magensaft u. s. w.) nachgewiesen worden ist. Casein wird durch Magenschleimhaut nicht coagulirt, wenn nicht Milchzucker dabei ist.

Eine wenig bekannte Zuckerart ist noch der krystallisirbare Zucker des Mutterkorns (Wiggers).

Concentrirte Kalilauge färbt den Milchzucker ebenfalls gelbbraun; mit Basen geht er Verbindungen ein und wird durch Säuren (schon in der Kälte) in eine neue Zuckerart, *Lactose* genannt, verwandelt, welche durch Hefe in Alkohol und Kohlensäure übergeführt wird.

III. Stärkemehl (*Amylum**) = $C^{12}H^{10}O^{10}$.

Allgemeiner Charakter: Unlöslich in kaltem Wasser, in kochendem aufquellend und damit einen Kleister bildend (scheinbare Lösung), seltener darin vorübergehend löslich, in Alkohol und Aether ganz unlöslich. Durch Jod eigenthümliche Färbungen ohne Vorbereitung; geschmacklos. Meistens organisirt vorkommend, aber unbetheiligt an der Form der Pflanzenorgane, immer innerhalb der Zellen. Leicht in Dextrin und Zucker überführbar.

Durch das Amyloïd schliesst es sich an die Cellulose, durch das Inulin an den Zucker, durch das Lichenin an das Dextrin einigermaßen an. Da die meisten Kohlenhydrate in der Natur so leicht und vielfach in einander übergehen und daher eine Menge von Zwischenbildungen sich vorfinden, so wird die genaue Abgrenzung der einzelnen Gattungen und Arten der Kohlenhydrate zur Unmöglichkeit. *Amylum* fehlt dem Thierreiche.

Durch Jod werden die Stärkekörner weinroth bis blauschwarz, durch Brom pomeranzengelb gefärbt. Durch heisses Wasser bilden

*) Von α^2 ohne und $\mu\lambda\eta$ Mühle, also ein Mehl, welches ohne den Gebrauch einer Mühle bereitet worden ist.

sie einen Kleister, der auch beim Erkalten ein solcher bleibt und unter dem Mikroskop ausserordentlich aufgeschwollene Körner und scheinbare Hüllen zeigt.

a) Gewöhnliches Stärkemehl.

Es ist einer der verbreitetsten Pflanzenstoffe, doch weniger als die Cellulose; besonders reichlich findet es sich im Eiweiss der Samen (Cerealien), im Mark des Stengels (Palmen und Cyca-deen), in Zwiebeln, Knollen und Wurzeln aus sehr verschiedenen Familien. In den dem Licht zunächst ausgesetzten Pflanzentheilen fehlt es.

Die Bildung der Stärkekörner ist chemisch und mikroskopisch durchaus unbekannt. Während der Vegetation häuft sich das Amylum oft sichtlich als Nahrungsdepôt an gewissen Stellen an, wird zu anderer Zeit wieder umgewandelt und gelöst, und wohl zur Bildung von Cellulose verwendet. Dass es zur Fettbildung in Pflanzen und bei Thieren verwendet werden könne, scheint durch viele Beobachtungen mehr als wahrscheinlich.

Veränderungen des Stärkemehls:

1) Bei 72°C . bildet es mit Wasser einen Kleister, der bei 160° bis 180°C . in Dextrin und nachher in Krümmelzucker umgewandelt wird. Trocken es Amylum wird bei 160° , nach Anderen erst bei etwa 200°C . zu Dextrin.

2) Durch Diastase, eine noch nicht genau gekannte, eiweissartige Substanz, die beim Keimen der Cerealien sich bildet, wird es nach einigen schon bei gewöhnlicher, nach Anderen erst bei höherer Temperatur zu Dextrin und Zucker. Ebenso verwandelt es die anorganischen und organischen Säuren unter zweckmässigen Bedingungen in diese Producte. Die Art dieser Umwandlung gehört zu den sogenannten katalytischen Vorgängen.

3) In Berührung mit manchen thierischen Häuten und Flüssigkeiten wird es zu Milchsäure (wichtig für die Verdauung). Ebenso, wenn Kleister lange an der Luft steht.

4) Mit Salpetersäure liefert sie dieselben oder ähnliche explodirende Verbindungen (wohl meist NO^4 enthaltend), wie die Cellulose.

5) In der sogenannten zuckerigen Harnruhr wird es mit grösster Leichtigkeit in Zucker verwandelt und durch den Harn als solcher abgeschieden.

b) Inulin.

Synonyme: Helenin, Dahlin, Datiscin, Synantherin u. s. w.

Das Inulin ist ein weisses oder gelblich-weisses Pulver, das sich in heissem Wasser vollständig löst, ohne einen Kleister zu bilden; dagegen wandelt sich beim Kochen mit Wasser immer ein Theil in Zucker um, der nicht verwandelte fällt beim Erkalten aus dem Wasser wieder heraus. In Bezug auf die grosse Leichtigkeit, mit der es sich in Stärkezucker verwandelt, steht es dem Dextrin am nächsten. Mehrere Metallsalze (so vom Silberoxyd) werden durch Kochen mit Leim reducirt. Durch Diastase wird es nicht verändert. Durch Jod gelb oder nicht gefärbt. Es findet sich vorzüglich in vielen Syngenesistenwurzeln (*Inula*, *Leontodon*, *Cichorium*), in Topinambur u. s. w. Innerlich genossen, wird es verdaut und ist in den Excrementen nicht aufzufinden.

c) Lichenin, Moos-Starke = $\text{C}^{12}\text{K}^{10}\text{O}^{10}$.

In kaltem Wasser sehr löslich, durch Kochen damit zu einer Gallerte verwandelt. Am besten aus dieser kochenden, verdünnten Flüssigkeit durch Alkohol gefällt. Durch Jod gelblich (wenn grün, ist gewöhnliches Amylum dabei). Es ist fraglich, ob es je von den zwei anderen Stärkemehlarten völlig frei zu erhalten ist, ja ob es überhaupt eine wohlcharakterisirte Species ausmacht, da es in verschiedenen Lichenen zum Theil nicht unwesentliche Verschiedenheiten darbietet. Auch die Art seines Vorkommens in diesen Pflanzen ist noch sehr wenig bekannt. Es wird ebenfalls im menschlichen Körper verdaut (gewöhnlich im sogenannten isländischen Moos angewandt).

IV. Gummi = $C^{12}K^{10}O^{10}$.

Unter der gemeinschaftlichen Bezeichnung Gummi begreift man eine Anzahl von Stoffen, welche mit kaltem Wasser eine dickflüssige und klebrige Auflösung oder Mischung bilden und durch Alkohol daraus niedergeschlagen werden: Man findet hiebei einen wesentlichen Unterschied, indem einige Gummiarten eine filtrirbare Lösung geben, die anderen in Wasser nur aufquellen, ohne sich wirklich zu lösen. Erstere Körper nennt man Gummi im engeren Sinne, während die letzteren mit dem Namen Pflanzenschleim bezeichnet werden.

Das eigentliche Gummi, auch Arabin genannt, ist in dem Saft vieler Pflanzen gelöst, und wird von denselben häufig an der Rinde ausgeschieden, wo es austrocknet. Besonders reichlich quillt es auch aus manchen Arten der Gattung Acacia; es wird gesammelt und als arabisches Gummi in den Handel gebracht.

Das Arabin bildet farblose oder gelbliche Massen von glasartigem Glanz und muscheligem Bruch. In kaltem Wasser löst es sich vollständig auf und trocknet zu einer gesprungenen, durchsichtigen Masse ein. Das Gummi besitzt einen faden Geschmack und ist ohne Reaction auf Pflanzenfarben. In einer mit Kupfervitriol und Kali versetzten Gummilösung entsteht ein bläulicher Niederschlag, welcher beim Kochen nicht braun wird. Mit basisch essigsaurem Bleioxyd gibt die Gummilösung einen weissen Niederschlag, eine Verbindung von Gummi mit Bleioxyd = $C^{12}H^{10}O^{10} + PbO$.

Von concentrirter Salpetersäure wird es lebhaft angegriffen, und es scheidet sich in Wasser unlösliche Schleimsäure aus.

Von diesem Arabin wesentlich verschieden, aber von gleicher Zusammensetzung ist das Stärk gummi oder das Dextrin. Es entsteht beim Erhitzen des Stärkemehls für sich (oder nachdem es mit 2% Salpetersäure befeuchtet ist) auf 150 bis 200° C. Es löst sich schon in kaltem Wasser zu einer dicken Flüssigkeit auf, welche mit Kupferoxydlösung und Kali die Reaction des Traubenzuckers zeigt. Mit Salpetersäure liefert es keine Schleimsäure, sondern

(wie auch Zucker) Oxalsäure. Das Dextrin wird jetzt in Fabriken häufig bereitet, und ersetzt das arabische Gummi in vielen Fällen.

Pflanzenschleim.

Der Pflanzenschleim, auch Bassorin genannt, ist im Pflanzenreiche sehr verbreitet und besonders häufig in dem Traganth- oder Kirschgummi, in den Lein- und Quittensamen, in den Eibischwurzeln, den Salepknollen u. s. w. enthalten. Es bildet getrocknet eine unkrystallinische, spröde, geruch- und geschmacklose Masse, die in kaltem Wasser ausnehmend stark aufschwillt, ohne sich selbst bedeutend dabei zu lösen, auch in kochendem Wasser nur schwierig, und in Aether und Weingeist gar nicht löslich ist, beim Erhitzen schmilzt und verkohlt, und durch NO^5 in Schleimsäure verwandelt wird. Man benützt die verschiedenen Arten desselben zum Verdicken der Farben, in der Zeugdruckerei, zur Appretur der Baumwollen- und Seidenzeuge, zum Leimen des Papiers, zu Kraftsuppen als Arzneimittel u. s. w.

V. Fette.

Unter dem Namen der Fette begreift man eine sehr grosse Menge von Stoffen, die sowohl im Pflanzen- als im Thierreiche häufig vorkommen, und in ihrer chemischen Zusammensetzung darin übereinstimmen, dass sie sämmtlich viel Kohlenstoff und Wasserstoff, wenig Sauerstoff und keinen Stickstoff enthalten. Ihrer Consistenz nach theilt man sie in flüssige Fette oder fette Oele, in halbfeste, schmierige Fette oder Butter und Fettarten im engeren Sinne und in feste Fette oder Talge und Wachsorten.

Alle Fette sind im reinen Zustande farblos und durchscheinend, leichter als Wasser, ohne Geruch und Geschmack, machen Papier und Leinwand bleibend durchscheinend, fühlen sich schlüpferig an und leiten Electricität und Wärme schlecht. Von Wasser werden sie nicht gelöst, wohl aber von kochendem Weingeist, aus welchem sie sich beim starken Abkühlen in weissen, glänzenden Schuppen wieder abscheiden; noch mehr sind sie in Aether und flüchtigen

Oelen löslich. Die festen schmelzen schon unter dem Siedepunkte des Wassers, lassen sich aber, ebensowenig als die flüssigen, unzersetzt destilliren, es bilden sich vielmehr dabei Wasserdämpfe, Kohlensäure, entzündliche Gasarten und Dämpfe, welche beim Abkühlen verschiedene Fettsäuren und eine flüchtige, Augen und Nase sehr reizende Substanz, das Acrol, geben. Bei stärkerer Erhitzung bis zum Siedepunkte, mit einem weissglühenden Körper berührt, entzünden sich die Fette und verbrennen mit leuchtender Flamme.

Die fetten Oele gehören vorzugsweise dem Pflanzenreiche an und finden sich besonders, in Verbindung mit Schleim und Eiweiss, in Samenlappen vieler Gewächse, z. B. des Flachses, Hanfes, Mohns, Rapses, in den Mandeln, den Wall- und Haselnüssen u. s. w., seltener in dem die Samen umgebenden Fleische, z. B. der Oliven.

Die fetten Oele werden durch Auspressen gewonnen und erscheinen bei gewöhnlicher Lufttemperatur topfbar-flüssig, jedoch von verschiedenen Graden der Consistenz; sie sind farblos oder durch beigemengten Farbstoff grün, gelb oder bräunlich gefärbt, von meist eigenthümlichem schwachem Geruche und einem milden Geschmacke. Ihr specifisches Gewicht wechselt zwischen 0,913 und 0,963. Sie werden begierig von Thon eingesaugt, wesswegen dieser zum Reinigen anderer Gegenstände von Fettflecken gebraucht werden kann. In der Kälte erstarren sie, einige früher, andere später. Im erwärmten Zustande vermögen sie viele Stoffe aufzulösen, namentlich Schwefel, Phosphor, arsenige Säure und Kochsalz; bei 300° fangen sie an zu kochen, d. h. sie entwickeln Wasserdämpfe, Kohlensäure, und werden später zersetzt. Alle enthalten neben den flüchtigen Fetten oder Elaïn auch noch feste Fette, Stearin oder Margarin, gelöst, welche durch künstliche Abkühlung oder durch Lösen in kochendem Weingeist von einander geschieden werden können. Bei der Einwirkung von ätzenden Alkalien oder von Bleioxyd oder von Zinkoxyd und Wasser werden diese Fette in eigenthümliche Säuren und in einen süssen, nicht krystallisirbaren Stoff, in Glycerin, verwandelt; erstere verbinden sich mit den angewandten Basen und geben damit Seifen oder Pflaster; letzteres bleibt in der Flüssigkeit gelöst. Der Luft ausgesetzt,

nehmen die fetten Oele viel Sauerstoff aus derselben auf, und entwickeln dafür Kohlensäure und etwas Wasserstoff; übrigens zeigen sie hiebei ein sehr verschiedenes Verhalten, wonach man sie in zwei Klassen, in trocknende und nicht trocknende Oele eintheilen kann.

Die ersteren dieser Oele trocknen, in dünnen Schichten der Luft ausgesetzt, zu einer zähen, durchscheinenden, gelblichen Masse ein, wobei sie oft so rasch Sauerstoff annehmen, dass sie sich erhitzen und, in Berührung mit porösen, brennbaren Körpern, z. B. Baumwolle, Werg, Papier u. dergl., sich sogar entzünden können. Sie gefrieren erst bei sehr niedriger Temperatur, erstarren, wenn sie mit $\frac{1}{8}$ rauchender Salpetersäure geschüttelt werden, weit später als die nicht trocknenden, und liefern mit Alkalien sehr weiche Seifen. Hieher gehören unter anderen: das Leinöl, Mohnöl, das Wallnussöl, das Hanföl und das Leindotteröl, die theils als Speise-, theils als Brennöl verbraucht, auch zur Darstellung von Schmierseife und ihrer trocknenden Eigenschaft wegen zur Bereitung von Oelfarben und von Firnissen angewendet werden. Am gebräuchlichsten für letztere Zwecke ist das Leinöl.

Die nicht trocknenden Oele verdicken sich zwar auch an der Luft, bleiben aber stets schmierig und halbflüssig und werden ranzig, d. h. sie erhalten einen widrigen, kratzenden Geruch und Geschmack, und reagiren dann sauer. Durch Digeriren mit gebrannter Magnesia, auch durch Waschen mit Wasser oder schwacher Lauge kann ihnen diese ranzige Beschaffenheit wieder einigermaßen benommen werden. Sie gestehen in der Regel schon bei geringeren Kältegraden, als erstere, und erstarren mit einigen Procenten rother, rauchender Salpetersäure zusammengebracht, nach einigen Stunden zu einem weissen Fette, dem Elaïdin. Mit Alkalien vermögen sie sehr feste Seifen zu bilden. Es gehören hieher unter anderen: das Baum- oder Olivenöl, das Repsöl, das Haselnussöl und das Mandelöl. Von diesen findet das aus dem Fleische der Früchte ausgepresste Baumöl als Speiseöl die häufigste Anwendung; man benützt es ausserdem zur Bereitung der venetianischen oder französischen Seifen u. dergl. Mit $\frac{1}{8}$ rother, rauchender Salpetersäure versetzt, gerinnt es früher, als die aus Samen erhaltenen Oele, wodurch sich eine Verfälschung mit letzteren entdecken lässt.

Die aus dem Thierreiche stammenden flüssigen Fette werden gewöhnlich mit dem Namen Thran bezeichnet. Die verschiedenen Thransorten besitzen einen mehr oder minder starken, unangenehmen Fischgeruch, eine gelbliche oder bräunliche Farbe, übrigens sehr abweichende Eigenschaften. Andere flüssige Thierfette sind das sogenannte Klauenfett, welches man durch Kochen frischer, vom Horne befreiten Rindsfüsse mit Wasser erhält, und das Eieröl, welches durch Auspressen des hartgekochten Eidotters gewonnen und in der Arzneikunde gebraucht wird.

Die Butter- und Fettarten im engeren Sinne gehören zwar grösstentheils dem Thierreiche an, doch liefert auch das Pflanzenreich einige derselben. Dahin gehören z. B.: das Palmöl, das Cocosnussöl, das Lorbeeröl, die Muskatnussbutter; erstere beiden dienen zu Seifen und Lichtern, letztere als Arzneimittel. Die Butter im engeren Sinne findet sich in der Milch der Säugethiere als ein flüssiges Fett mit Wasser, Käsestoff, Milchzucker und anderen Bestandtheilen zu einer trüben, weissen Flüssigkeit innigst gemengt. Die Butter ist ein Gemenge von drei verschiedenen Fettarten: Stearin, Eläin und Butyrin (Butterfett); letzteres oxydirt sich an der Luft zu Buttersäure, welche der Butter einen ranzigen Geschmack ertheilt, aber durch Knetten derselben mit süsser Milch wieder beseitigt werden kann.

Die eigentlichen Fettarten oder Schmalze finden sich im Thierkörper vorzüglich in der Bauchhöhle und um die Nieren in einigen Zellen eingeschlossen; sie bestehen gewöhnlich aus drei Fettarten, die sich vorzüglich durch ihre verschiedene Consistenz und Schmelzbarkeit unterscheiden, nämlich aus dem ölartigen Eläin oder Oelstoff, dem butterartigen Margarin und dem festen, wachsähnlichen Stearin oder Talgstoff. Das Pflanzenreich liefert uns ein dem Talg ähnliches festes Fett in der Cacaobutter, welche durch warmes Auspressen der mandelförmigen Samen des südamerikanischen Cacaobaumes erhalten wird und einen Bestandtheil der Chokolade ausmacht.

Besondere Arten fester Fette sind auch noch der Wallrath und das Wachs. Der Wallrath (*Sperma ceti*) wird aus dem

Fette der grossen Höhlungen in den Schädelknochen des Pattwalls gewonnen; er bildet in reinem Zustande, als sogenanntes Cetin, weisse, perlmutterglänzende Blättchen, oder durchscheinende Stücke von faserigem Gefüge, und zeichnet sich besonders dadurch aus, dass er in verschlossenen Gefässen bei 360° unverändert überdestillirt und nur schwierig verseift, indem sich dabei eine wachsähnliche Substanz — das Aethal — bildet. Man benützt den Wallrath zu Lichtern, Pflastern und Salben. Das Wachs findet sich am häufigsten im Pflanzenreiche mit anderen Stoffen gemengt, besonders reichlich in der Rinde der Wachspalme (*Ceroxylon andicola*), in den Beeren des Wachsstrauches (*Myrica cerifera*) u. s. w. Es schwitzt auch zwischen den Bauchringen der Arbeitsbienen aus, und wird von diesen zum Bau der Zellen verwendet. Auf gewöhnliche Weise gewonnen, besitzt es eine gelbe Farbe und einen angenehmen Geruch, welche von einem eigenthümlichen Stoffe herühren, der sich in heissem Weingeist löst und durch Bleichen zerstört werden kann. Es besteht aus drei verschiedenen Fettarten: dem verseifbaren Cerin, dem unverseifbaren Ceraïn und Myricin, ist in kochendem Aether und in heissen ätherischen Oelen löslich.

Die Seifen des Handels sind Gemenge verschiedener Salze der fetten Säuren mit Kali oder Natron, welche man durch Kochen der Fette mit ätzenden Alkalien erhält.

Die Kaliseifen sind weich (Schmierseifen), die Natronseifen härter. Die Consistenz der Seife hängt auch von der Beschaffenheit der fetten Säure ab.

Die Seifen sind in Wasser zum Theil löslich; sie zerfallen dabei in auflösliches Alkali, welches bei der Verwendung zum Waschen den Schmutz löst, und in schleimiges, saures Salz, welches durch Einhüllung der gewaschenen Gegenstände die Einwirkung des Alkali auf diese mildert.

Hartes Wasser ist untauglich zum Waschen mit Seife, indem es eine unlösliche Kalkseife bildet. Man kann es tauglich machen durch Versetzen mit Soda und Entfernen des abgesetzten Niederschlags.

In Wasser, welches Kochsalz oder andere Salze, auch Kali

gelöst enthält, ist die Seife unlöslich. Wenn daher das zur Seifenbereitung angewendete Fett durch Kochen mit Natronlauge völlig gelöst ist, scheidet sich die Seife durch Zusatz von Kochsalz (Aus-salzen) unlöslich an der Oberfläche ab. Sie wird dann in Holzkästen gefällt, wo sie erstarrt, indem sie zugleich eine bedeutende Menge Wasser binden kann.

Durch das Auskochen wird bei Anwendung von Kalilauge zugleich die Anfangs gebildete Kaliseife in Natronseife umgewandelt. In der Lauge bildet sich Glycerin.

Bei der Darstellung der Kaliseife wird die Seife durch einen Ueberschuss von Aetzkali oder kohlen-saurem Kali unlöslich.

Die gewöhnliche feste Seife wird aus Hammel- oder Rindstalg, seltener aus Baumöl bereitet. Die Toilettenseifen, in der Regel aus Baumöl, Cocosnussöl u. s. f. bereitet, werden mit ätherischen Oelen versetzt und gefärbt.

Die Schmierseife bereitet man aus Thran, Leinöl oder anderen Oelen und Kalilauge. Sie ist dunkel gefärbt und riecht unangenehm.

Von unlöslichen Seifen sind die Kalkseifen wichtig durch ihre Bildung in der Fabrikation der Stearinsäure; die Bleioxydseifen (oder Pflaster) werden medicinisch verwendet.

Das gewöhnliche Bleipflaster erhält man durch Erhitzen von feingeriebener Bleiglätte mit Baumöl oder Schweinfett.

Auch Harze bilden mit Alkalien Seifen.

Mitunter setzt man den Seifen auch feingepulvert rauhe Körper zu, wie Sand, Bimstein u. dgl.

VI. Aetherische oder flüchtige Oele.

Die ätherischen oder flüchtigen Oele gehören vorzugsweise dem Pflanzenreiche an, indem sie bald in einzelnen, bald in allen Theilen gewisser Pflanzen vorkommen und diesen ihren eigenthümlichen Geruch verleihen. Sparsamer finden sie sich im Thierreiche*)

*) Auf Thiere und den Menschen wirken sie als flüchtige Reizmittel; in grossen Gaben können sie bei letzterem Magenentzündung bewirken; auf niedere Thiere haben manche eine giftige Wirkung. Die thierischen Gerüche stammen wohl grösstentheils von flüchtigen Fettsäuren her. Doch kommen in den Ameisen, in der Ambra, im Bibergeil ätherische Oele vor; dagegen scheint der Geruch des Moschus nicht von einem solchen, sondern, wie man glaubt, von gewissen Verwesungsproducten in ihm haltener, noch nicht genau bekannter Materien abzuleiten zu sein.

und am seltensten im Mineralreiche; manche von ihnen werden auch durch Gährung oder trockene Destillation erzeugt; die auf erstere Weise erhaltenen heissen Fermentole. Nur wenige, wie das Citronen- und Bergamottöl, können aus den Substanzen, in welchen sie vorkommen, durch Auspressen abgeschieden werden; die meisten gewinnt man dadurch, dass man die ölhaltigen Pflanzenstoffe mit dem 8- bis 10fachen Gewicht Wasser übergiesst und in einem Destillirapparate den grössten Theil des letzteren wieder abzieht. Mit den Dämpfen des Wassers verflüchtigt sich auch das ätherische Oel und bildet mit diesem in der Vorlage eine anfangs milchige Flüssigkeit, aus welcher sich später der in Wasser unlösliche Theil des Oeles, je nach dem specifischen Gewichte desselben, auf der Oberfläche und am Boden des Gefässes abscheidet. Blüthen, die so wenig ätherisches Oel enthalten, dass man es durch Destillation mit Wasser nicht gewinnen kann, digerirt man mit einem reinen, fetten Oele und destillirt dann dieses erst mit Wasser.

Alle sind durch ihren durchdringenden, theils höchst angenehmen, theils widrigen Geruch, durch einen brennend gewürzhaften Geschmack, durch ihre Flüchtigkeit (wenigstens bei einer etwas höheren Temperatur) ausgezeichnet. Der grösste Theil unserer Parfüme, sowie unserer Gewürze verdankt ihnen die Eigenschaften, durch welche sie eben als solche verwendet werden können.

Alle sind sauerstoffarm, viele sauerstofffrei, daher sie meist brennbar sind, ja, wie die Alkohole und Aether, meist ohne Docht fortbrennen. In Wasser sind sie gewöhnlich nur in sehr kleiner Menge löslich, doch ist letztere hinreichend, dem Wasser ganz den eigenthümlichen Geruch und Geschmack mitzutheilen. In Alkohol und besonders in gewöhnlichem Aether sind sie dagegen leicht löslich. Die meisten von ihnen haben eine grosse Neigung, O aufzunehmen, bei sehr vielen erfolgt diese Oxydation schon beim blossen Stehen an der Luft, wodurch, wenn nicht alle, so doch die meisten Harze entstehen, das Oel wird dabei gewöhnlich dunkler, dickflüssiger, bis es zuletzt fast völlig in Harz übergeht. Andere werden erst durch Einwirkung stark oxydirender Agentien verharzt; einige end-

lich haben die Eigenschaften der Säure - Aldehyde, d. h. deren Neigung, durch Sauerstoff-Absorption in bestimmte Säuren überzugehen. Ihr Lichtbrechungsvermögen ist im Allgemeinen um so stärker, je reicher sie an Kohlenstoff und je ärmer sie an Sauerstoff sind.

Wie oben angeführt, kommen die ätherischen Oele hauptsächlich im Pflanzenreiche vor und zwar in den verschiedensten Arten und Theilen der Pflanzen. Einige Pflanzenfamilien sind ganz besonders reich daran, so die Labiaten, die Doldenträger u. a. Zuweilen treten in verschiedenen Theilen derselben Pflanze verschiedene flüchtige Oele auf, die aber dann wohl meist in naher Beziehung zu einander stehen. Die aromatischen Pflanzen sind gewöhnlich um so reicher an ätherischem Oele, je heisser das Klima, je sonniger der Standort ist. In manchen Pflanzen finden sie sich trotz dem oft starken Geruche in so unendlich kleiner Quantität, dass sie bis jetzt aus ihnen nicht für sich dargestellt werden konnten (z. B. Jasmin, Veilchen, Reseden, Linden). Auf die Pflanzen wirken diese Oele, häufig sogar auf ihre eigenen Mutterpflanzen, von Aussen zugeführt, als heftige Gifte. Auch vom Kampfer, den man eine Zeit lang als eine Art nützlichen Reizmittels für die Pflanzen betrachtete, ist jetzt die entschieden schädliche Wirkung auf dieselben erwiesen.

Die meisten flüchtigen Oele sind bei gewöhnlicher Lufttemperatur tropfbar flüssig, nur wenige, wie der Kampfer fest, aber dann leicht schmelzbar; sie sind farblos oder eigenthümlich gelb, braun, roth, grün, am seltensten, wie das Kamillenöl, blau gefärbt; sie erzeugen auf Papier und Leinwand einen durchscheinenden Flecken, der jedoch beim Erwärmen wieder verschwindet und fühlen sich, zwischen den Fingern gerieben, rauh an. Bei niedrigen Temperaturgraden scheiden sich die meisten in eine feste und in eine flüssig bleibende Substanz, erstere wird Stearopten*), letztere Eläopten genannt.

*) Stearopten von *στέαρ* festes Fett, und *πῆνος* flüchtig; Eläopten von *ἐλαιον* flüssiges Fett.

Beim Erwärmen nehmen sie Schwefel und Phosphor auf, scheiden diese aber beim Erkalten zum Theil wieder ab; ausserdem können sie auch zur Lösung von Fetten, Harzen, einigen Farbstoffen und Pflanzenbasen gebraucht werden. Die meisten sieden erst bei 150—160° C., lassen sich aber mit Wasserdämpfen schon bei niedrigeren Temperaturen verflüchtigen; für sich destillirt, geht nur ein Theil derselben unzersetzt über, ein grosser Theil wird durch die Hitze zerlegt. Sie lassen sich leicht entzünden, und verbrennen mit heller, stark russender Flamme; einige werden selbst durch Chlorgas oder durch rauchende Salpetersäure in Brand gesetzt.

Die sogenannten aromatischen oder destillirten Wasser der Apotheker sind Wasser, die mit ätherischem Oele gesättigt sind, und welche gewöhnlich keine bedeutende Arzneikraft besitzen, aber sehr zweckmässige, den Geschmack und Geruch widriger Arzneistoffe einhüllende Arzneizusätze liefern.

Verfälschungen der flüchtigen Oele.

Diese kommen bei dem hohen Preise der meisten dieser Oele nur zu häufig vor. Einen Zusatz von fettem Oele erkennt man an dem bleibenden Flecken, den ein so verfälschtes Oel auf Papier erzeugt. In anderen Fällen findet sich dem flüchtigen Oele Alkohol beigefügt: ist das Oel sauerstofffrei, so oxydirt sich Kalium nicht darin, wohl aber bei Gegenwart von Alkohol. Destillirt man das Oel bei geringer Temperatur und rectificirt das erhaltene Destillat über Chlorcalcium, so erhält man den Alkohol in Substanz.

Gleiche Theile Olivenöl und ätherisches Oel geben ein klares Gemisch, das aber durch Alkohol trüb wird. Am schwierigsten ist die Ausmittelung von wohlfeilen ätherischen Oelen, die theuern zugesetzt worden waren; am häufigsten wird dazu Terpentinöl verwendet werden. In solchen Fällen bemerkt man den Geruch des wohlfeileren Oeles zuweilen beim Reiben zwischen den Händen, sicherer durch Schütteln mit gleichen Theilen 80procentigen Alkohols; dieser gibt bei solchem Mengeverhältniss mit den meisten flüchtigen Oelen ein klares Gemisch, dagegen eine trübe Flüssigkeit bei Anwesenheit von Terpentin-, Anis- oder Fenchelöl.

Wir bilden ihre Hauptabtheilungen nach ihrer Zusammensetzung, nämlich: A. Kohlenwasserstoffe, B. sauerstoffhaltige (ternäre) Oele, und C. schwefelhaltige, flüchtige Oele.

A. Kohlenwasserstoffe.

Hieher gehören eine Menge von ätherischen Oelen, die neben der bloß binären Zusammensetzung noch folgende Eigenschaften gemeinschaftlich haben: sie besitzen das geringste specifische Gewicht, die grösste Flüchtigkeit und das stärkste Lichtbrechungsvermögen. Gewöhnlich sind sie in Wasser weniger löslich als die sauerstoffhaltigen, mit denen sie fast immer zusammen vorkommen.

In diesen sauerstofffreien ätherischen Oelen ist eine gewisse Quantität Wasserstoff sehr lose verbunden, welche ihnen durch andere Körper leicht entzogen werden kann; z. B. mit Jod in Berührung, wird solche an das Jod abgegeben, was unter Voluminiren geschieht, während dagegen die sauerstoffhaltigen Oele dasselbe ruhig auflösen. Das merkwürdigste an diesen binären Verbindungen ist der Geruch; man nimmt nämlich an, dass sie ursprünglich nach ihrer Darstellung, also in vollkommen sauerstofffreiem Zustande keinen Geruch besitzen und solchen erst in dem Grade annehmen, als eine allmähliche Oxydation vor sich geht. Der aufgenommene Sauerstoff geht dabei mit dem ätherischen Oele keine eigentliche chemische Verbindung ein, — daher diese auch nach und nach bleichende Eigenschaften erlangen, ohne sich zu verharzen. Man glaubt, dass der bei diesem Vorgange absorbirende Sauerstoff in Ozon verwandelt werde und dann erst den, dem Oele eigenthümlichen Geruch verbreite.

Zu den sauerstofffreien ätherischen Oelen gehören: das Terpentinöl, das Wachholderöl, das Steinöl und das Rosenöl-Stearopten.

Das Terpentinöl = $C^{10}H^8$ wird durch Destillation des aus der Rinde der Lärchenbäume schwitzenden, dickflüssigen Harzes mit Wasser gewonnen, erscheint farblos, verschluckt an der Luft sehr viel Sauerstoff und wird dadurch zum Theil in ein Harz verwandelt, welches bei wiederholter Destillation mit Wasser in der Retorte zurückbleibt. Als das wohlfeilste von allen ätherischen

Oelen gebraucht man es vorzugsweise zum Auflösen der Harze zu Firnissen, zum Verdünnen von Firnissen bei der Oelmalerei, zum Fleckenausmachen, als Heilmittel u. s. w.

Das Steinöl (Naphta, Erdöl) = $C^{10}H^8$ quillt mit oder ohne Wasser an manchen Stellen aus dem Boden hervor, besonders am kaspischen Meer, in Persien, China, endlich in Italien (bei Ammiano). Es ist wohl nichts anderes, als das durch unterirdische Wärme empor destillierte Oel untergegangener Nadelhölzer (Pinien), und tritt theils rein, theils mit anderen Substanzen vermengt, aus Spalten hervor, die meist in bituminösen Schiefern und Kalksteinen sich finden. Das reinste Steinöl, das aus Persien (als Bergnaphta*) herkommt, ist farblos, von specifischem Gewichte = 0,75. Es ist höchst selten. Das gewöhnliche Steinöl der Apotheker ist aus einer dunkleren Sorte des Handels durch Rectification gewonnen, gelb und dünnflüssig. Die dunklen dicken Sorten sind meist ganz unrein, daher nicht zum Arzneigebrauche zu verwenden.

Das gelbliche Citronen- und Bergamottöl werden durch Auspressen der Fruchthülle der Citronen- und Bergamotten erhalten; man benützt beide zu Parfümerien und in der Medicin; ersteres auch, sowie das durch Destillation der Wachholderbeeren dargestellte Wachholderöl, zu Liqueuren.

Das Rosenölstearopten setzt sich beim Vermischen des käuflichen Rosenöls mit wässerigem Weingeist als eine weisse, krystallinische Masse ab, die sich durch den Mangel des Geruches von dem darüber befindlichen Eläopten auszeichnet.

B. Sauerstoffhaltige (ternäre) Oele.

Sie haben, im Vergleich mit den Kohlenwasserstoffen, einen höheren Siedepunkt, grösseres specifisches Gewicht, ein schwächeres

*) *νάφθα* vom persischen Neft, wohl nicht vom griechischen *νη ἀπτεα* was nicht gegriffen werden kann. In früheren Zeiten der Name für eine leicht entzündliche Art Steinöl, feiner als das officinelle Petroleum (*πέτρος* Stein und *oleum* Oel), dann aber auch Aether (die reinste, über dem Dunstkreise der Erde gedachte, brennende Luft, von *αἶθω* brennen); jetzt nennen die Apotker die durch Einwirkung von Säuren auf Alkohol bereitete Flüssigkeit Aether (auch Naphta); meist versteht man aber jetzt unter Naphta das Erdöl.

Lichtbrechungsvermögen und eine etwas bedeutendere Löslichkeit in Wasser. Bei der Destillation über schmelzendes Kali werden sie zurückgehalten und sehr häufig zu Säuren umgewandelt.

Man kann sie in nachfolgende zwei Abtheilungen bringen:

a) Ternäre Oele ohne nachgewiesenes Radical.

Es steht ganz dahin, ob diese Oele geradezu als directe Verbindung der drei Elemente (C, H, O), oder ob man sie als Oxyde, Hydrate, Oxydhydrate u. s. w. eines Kohlenwasserstoffes ansehen will. Wir heben von diesen, in ihrer Constitution ganz zweifelhaften ternären Oelen folgende hervor:

Borneokampfer*) = $C^{20}H^{16} + 2HO$; er stammt von *Driobalanops camphora*, und lässt sich aus dem natürlich vorkommenden Kampferöl, sowie aus dem ätherischen Oele der Baldrianwurzel durch Erhitzen mit Kali künstlich erzeugen. Im Handel findet er sich in krystallinischen Massen. Durch Behandlung mit Salpetersäure verliert der Borneokampfer 2 Aequivalente H und wird dadurch zu gemeinem Kampfer.

Der Laurianeenkampfer = $C^{20}H^{16}O$, auch chinesischer, japanesischer und gewöhnlicher Kampfer genannt. Er kommt in verschiedenen Lorbeerarten vor und zwar in fast allen Theilen derselben, namentlich im Stamm, in den Zweigen und in den Blättern von *Laurus camphora*. Er ist weiss, durchscheinend, lässt sich mit dem Nagel zerreiben; sein Geruch ist bekannt, sein Geschmack brennend. Ob er gleich erst bei 204° siedet, verflüchtigt er sich doch schon beim Liegen an der Luft vollständig. Nur unter Alkoholzusatz lässt er sich pulvern. In Alkohol, Aether, Essigsäure und ätherischen Oelen löst er sich leicht. Er ist ein sehr wichtiges Arzneimittel und dient überdiess zur Abhaltung von Motten und Milben aus Pelzwerk und Kleidern.

Die sauerstoffhaltigen Oele der Pfeffermünze und anderer Menthaarten, des Cedern- und Wermuthöles sind in der Zusammensetzung und manchen Eigenschaften dem Laurianeenkampfer analog.

*) Kampfer, Camphor, vom arabischen Kafura, weil die Araber diesen Körper erst nach Europa brachten.

Das Cantharidin = $C^{10}H^6O^4$ ist eine thierische Kampferart, die im Pflanzenreiche noch nicht aufgefunden ist; es findet sich in verschiedenen Insecten, besonders aber in den spanischen Fliegen und überhaupt in der Gattung *Lytta*. Man bereitet es durch Verdunsten des weingeistigen Cantharidenauszugs und Lösen des Cantharidins daraus in Aether. Es ist krystallisirbar, in Wasser und kaltem Weingeist unlöslich, dagegen in heissem Alkohol und Aether leicht löslich.

Schon in kleinen Gaben innerlich genommen, bewirkt es heftige Magenentzündung, und wirkt ausserdem noch sehr reizend auf das Harn- und Genitaliensystem; auf der Haut zieht es Blasen.

Die Fermentöle sind ebenfalls sauerstoffhaltige, ternäre Oele, deren Constitution noch nicht ermittelt ist. Sie werden, wie ihr Name besagt, durch eigenthümliche, noch nicht näher erforschte Gährungsvorgänge aus gewissen geruchlosen Pflanzentheilen, besonders den Blättern, künstlich erzeugt, indem man sie bei mässiger Wärme mit Wasser längere Zeit in Berührung lässt, dann das Wasser abdestillirt, und neue Portionen der gegohrenen Masse mit so gesättigtem Wasser wieder destillirt, bis sich das Oel in Substanz ausscheidet. Diese Oele haben einen theils angenehmen, theils widrigen Geruch, und werden z. B. aus Blättern von Eichen, Enzian u. a. erhalten.

b) Ternäre Oele, in welchen ein Radical nachgewiesen ist.

Nach der einen Betrachtungsweise werden in diesen Oelen und ihren Verbindungen nur binäre, aus C und H bestehende Radicale angenommen; diese können theils für sich Verbindungen eingehen, theils eine Portion H verlieren, und so H-ärmere Radicale liefern.

Nach einer anderen Ansicht, die von Liebig, Dumas und sehr vielen Chemikern getheilt wird, sind die Radicale dieser ternären Oele selbst ternär, sauerstoffhaltig, und die sie enthaltenden ätherischen Oele sind deren Wasserstoffverbindungen, Hydrüre.

Diese letztere Ansicht dürfte insoferne als die richtige erachtet werden, als sie — durch die Arbeiten von Liebig und

Wöhler, sowie durch die französischen Chemiker — seither die allgemein verbreitetste ist.

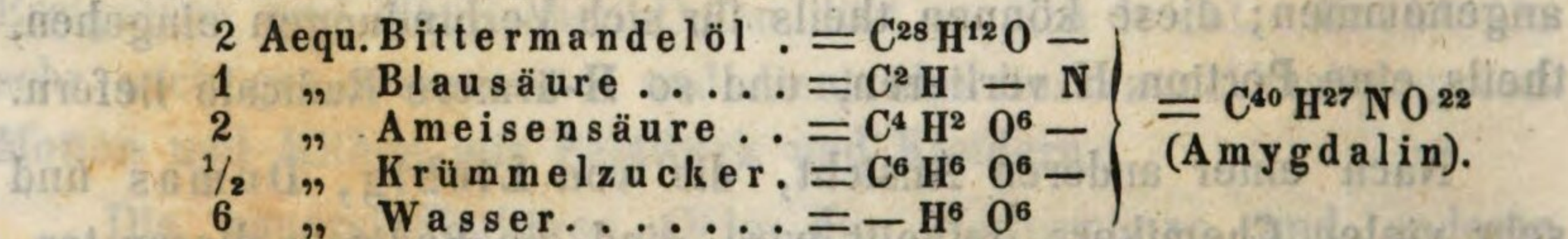
Eine bezeichnende Eigenschaft der hieher gehörigen Oele ist namentlich ihre Neigung zu höherer Oxydation, wobei sie dann bestimmte Säure liefern. Diese Sauerstoffaufnahme erfolgt oft schon beim blossen Stehen an der Luft, besonders leicht aber unter Mitwirkung von Wärme.

Von den hieher gehörigen ätherischen Oelen sind wohl folgende als die wichtigsten zu betrachten:

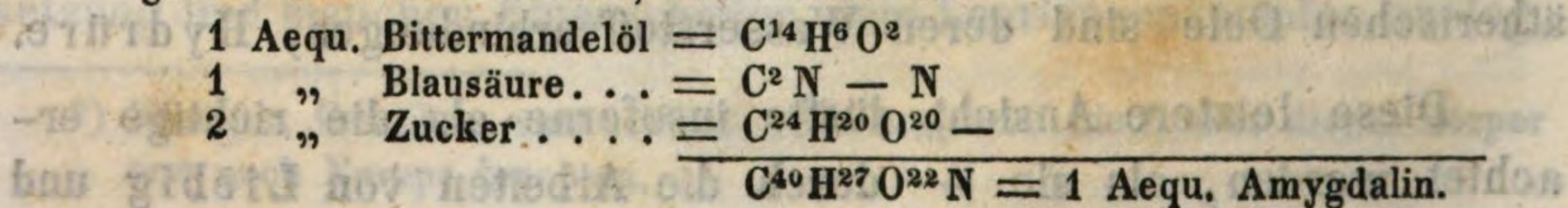
α) Das Benzoylhydrür oder Bittermandelöl*) tritt in den Pflanzen selten schon fertig gebildet auf, dagegen häufig in einer complicirten, ganz eigenthümlich gebundenen Form, nämlich in dem Amygdalin**). Das gewöhnlich vorkommende Bittermandelöl enthält als Hauptverunreinigung Blausäure, deren Geruch dem des Oeles zwar nicht identisch, aber in hohem Grade

*) Benzoylwasserstoff = $Bz + H = C^{14}H^5O^2 + H$.

**) Amygdalin (von amigdalus, Mandel) = $C^{40}H^{27}NO^{22}$ ist eine, der Pflanzenfamilie *Drupaceae* eigenthümliche Substanz, die bisher sonst noch nirgends in der Natur nachgewiesen und durch die Kunst noch nie gebildet worden ist. In reichlichster Quantität findet es sich in den bitteren (aber nicht in den süssen) Mandeln; ausserdem kommt es in den Kernen der Aprikosen, der Pfirsiche und Kirschen vor, wahrscheinlich auch in gewissen Vegetationstheilen, z. B. den Blättern einiger Drupaceen-Arten. — Es krystallisirt in glänzend weissen Schüppchen, die kaum einen Geschmack besitzen, geruchlos sind und in Wasser sich leicht lösen. — Beim inneren Gebrauch wirkt es, für sich genommen, nicht giftig; es scheint unzersetzt in Harn überzugehen. — Durch Contact mit einer Emulsion von süssen Mandeln zerfällt es in:

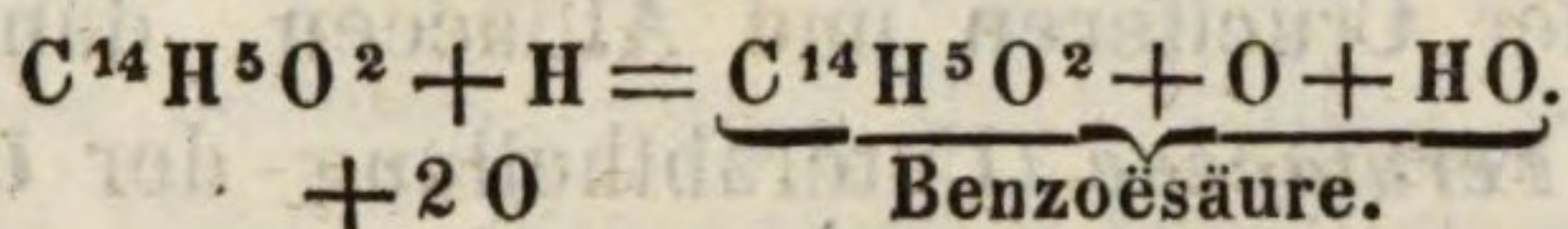


In Beziehung auf seine chemische Constitution kann es als zusammengesetzt betrachtet werden, und besteht aus:



ähnlich ist. Durch Schütteln mit Eisenchlorür und Kalkhydrat und darauf folgende Rectification über gebranntem Kalk werden Blausäure, eingemengte Benzoësäure und Wasser entfernt.

Das reine Oel ist farblos, von blausäureähnlichem Geruche und nicht giftig; innerlich genommen, geht es als Hippursäure (siehe vorn) in den Harn über. Es schmeckt brennend, der Luft ausgesetzt, bildet sich allmählig Benzoësäure, indem es geradezu 2 O aufnimmt:



Durch Chromsäure lässt sich das Bittermandelöl oxydiren, indem es 2 Aequ. O aufnimmt; mit Stickstoff und Amid (H_2N) gibt es merkwürdige Verbindungen.

Das Bittermandelöl scheint sehr geneigt zu sein, gepaarte Verbindungen einzugehen: eine solche ist wahrscheinlich das Amygdalin, ferner die Mandelsäure, die aus einer gesättigten Lösung von blausäurehaltigem Bittermandelöl in Wasser beim Abdampfen mit etwas Salzsäure sich erzeugt.

Durch Behandeln von rohem Bittermandelöl mit einer weingeistigen Kalilösung erhält man einen geruch- und geschmacklosen krystallinischen Körper, das Benzoin $\text{C}^{14}\text{H}^6\text{O}^2$, das mit dem Bittermandelöl isomer ist.

Es gibt eine ganze Reihe von Körpern, welche die nämliche Eigenschaft zeigen wie das Bittermandelöl und die man Aldehyde im weiteren Sinne nennt; dabei haben alle die gemeinsame Eigenschaft, dass sie mit sauren, schwefelig-sauren Salzen krystallinische Verbindungen eingehen; das Bittermandelöl ist also das Aldehyd der Benzoësäure.

β) Das Oel der *Spirea ulmaria* wird durch Destillation der Blüthen mit Wasser erhalten, ist, wie es scheint, nicht schon gebildet in diesen Blumen enthalten, sondern nimmt erst beim Erwärmen derselben seinen Ursprung. Nachdem man auf die Eigenschaft des so bereiteten Oeles schon längere Zeit aufmerksam geworden war, fand man später, dass durch Destillation des krystallinischen Weidenbitters (*Salicin*) mit Schwefelsäure und chromsaurem Kali dasselbe Oel sich erzeugen lasse, und dass dasselbe metamer mit der wasserhaltigen Benzoësäure sei.

Es ist gelblich, stark aromatisch, dem Bittermandelöl ähnlich riechend, von 1,17 specifischem Gewichte und siedet bei 182° . Innerlich genommen, wirkt es nicht giftig, aber reizend auf die Schleimhäute und geht unverändert in den Harn über.

O. Schwefelhaltige flüchtige Oele.

Die Oele der Cruciferen und Alliaceen, dann einige aus der Abtheilung der *Ferulaceae* (Unterabtheilung der *Umbelliferae*) sind durch ihren Schwefelgehalt, ihren scharfen meist zu Thränen reizenden Geruch, ihren scharfen Geschmack und ihre flüchtig reizende Wirkung auf die Haut besonders ausgezeichnet. Ausserdem gehen sie mit gewissen Metalloxyden und Metallsalzen Verbindungen ein und sind häufig schwerer als Wasser. Erst wenige von ihnen sind bis jetzt gründlicher erforscht; aber je weiter die Untersuchung eindringt, um so mehr Wahrscheinlichkeit gewinnt die Ansicht, dass sie alle ein und dasselbe Radical besitzen, welches man Allyl*) genannt hat, und das aus C^6H^5 besteht.

Die zwei best gekannten Oele aus der Allylgruppe sind das Knoblauchöl (Allylsulphür) und das Senföl (Allylsulphocyanür = $All + CyS^2$).

Das Knoblauchöl ist eine farblose, durchdringend knoblauchartig riechende Flüssigkeit, welche sich durch concentrirte SO^3 roth, durch salzsaures Gas rothbraun färbt und mit gewissen Metalllösungen charakteristische Niederschläge liefert. Die Fällung, welche in Alkohol gelöstes salpetersaures Silberoxyd darin erzeugt, besteht aus Schwefelsilber und einer krystallinischen Verbindung, die in heissem Wasser gelöst werden kann; sie schießt daraus beim Erkalten in farblosen Säulen an, welche aus einem mit salpetersaurem Silberoxyd gepaarten Allyloxyd = C^6H^5O zusammengesetzt sind. Durch Ammoniak lässt sich daraus das Allyloxyd als farbloses Oel abscheiden.

Das ätherische Oel des schwarzen Senfs besteht aus Allylsulphocyanür = $C^6H^4 + C^2NS^2$. Es ist in diesen Samen

*) Von allium Knoblauch, und ὄλῆ Base.

nicht schon fertig gebildet, sondern entsteht erst durch Zerreiben und Befeuchten desselben und den dadurch eingeleiteten Gährungsakt, gerade wie das Bittermandelöl aus dem Amygdalin. Das bei dem Senfsamen thätige Ferment ist Myrosin genannt worden, und scheint eine Eiweissmodification zu sein, die in den Senfsamen selbst vorkommen. Das ätherische Senföl wird durch Destillation des gepulverten und einige Zeit lang vorher mit Wasser angerührten Senfsamens bereitet; durch Rectification wird es gereinigt, indem erst das bei 155°C . übergehende Destillat aufgefangen wird. Es ist farblos, von scharfem Geschmack und zum Niesen und zu Thränen reizendem Geruch, von 1,01 specifischem Gewichte, in Alkohol sehr löslich.

Ferners mögen hier noch Erwähnung finden das Meerrettigöl und das Löffelkrautöl.

Man benützt die mit solchen schwefelhaltigen, ätherischen Oelen versehenen Pflanzenstoffe als pikante Würze der Speisen und als Arzneimittel. — Wird das Senföl innerlich genommen, so lässt sich sein Schwefcyan im Harn (durch Eisenoxydsalze) nachweisen, das Allyl aber wird ganz zersetzt.

VII. Die Harze.

Die Harze sind indifferente, ternäre Verbindungen, welche dem Pflanzenreiche ihre Entstehung verdanken. Sie entstehen meist durch Oxydation oder Verdunsten aus ätherischen Oelen.

Die natürlich in den Pflanzen vorkommenden Lösungen von Harzen in Oelen heissen Balsame.

Sie fließen aus den Wunden der Pflanzen aus, und erstarren allmählig an der Luft. Geruch und Geschmack, wie Farbe der Harze rührt meist von den beigemengten Stoffen her, denn die reinen Harze sind in der Regel geruchlos und geschmacklos, sind stets amorph, weiss und spröde, leicht schmelzbar, zersetzen sich in höherer Temperatur (Harzgas).

Die Harze sind unlöslich in Wasser, dagegen löslich in Weingeist, Aether oder ätherischen Oelen. Durch diese Lösungsmittel lassen sich die Harze oft als Gemenge verschiedener Harze nachweisen.

Nichtleiter der Electricität (Electrophor) werden durch Reiben negativ electrisch.

Ihre Anwendung ist verschieden. Viele sind Arzneimittel. Man verfertigt aus ihnen Leuchtgas, Kitt, Seife, benützt ihre Lösung in Weingeist und Terpentinöl als Firniss zum Schutze von Metallen, Holz und dergl. vor Einwirkung der Luft. Einige benützt man zum Räuchern, die Balsame zu Parfumerien.

Der Terpentin ist ein halbflüssiger, trüber Balsam, den man aus Einschnitten verschiedener Nadelhölzer gewinnt. Beim Erhärten an der Luft gibt er das gemeine Fichtenharz, welches noch etwas Terpentinöl und Wasser einschliesst.

Beim Destilliren mit Wasser bleibt der gekochte Terpentin zurück. Diesen schmilzt man unter öfterer Erneuerung des verdampfenden Wassers, um das weisse Pech zu erhalten. Ohne diese Vorsicht geschmolzen, geht er in das schwarze Pech über.

Das Kolophonium*) oder Geigenharz stellt man aus dem Terpentin dar durch Schmelzen ohne Ersatz des verdampfenden Wassers, wodurch das Harz braun wird.

Gummilack (Stocklack, Körnerlack, Schellack) ist ein Harz, welches aus ostindischen Ficusarten durch den Stich eines Insectes ausfliesst. Geschmolzen und zwischen Blättern gepresst, bildet er braungelbe glänzende Platten. Kann durch Chlor gebleicht werden. Seine Lösung in Weingeist dient als Lack und zur Politur der Tischler. Hauptbestandtheil des Siegellacks (gefärbt durch Zinnober, Kienruss, Chromgelb etc.)

Andere Harze sind: Mastix, Weihrauch, Drachenblut, Benzoë.

Der Bernstein ist das Harz fossiler Nadelhölzer, findet sich in Braunkohlenlagern und losgeschwemmt aus solchen in der Ostsee. Schmilzt bei 280° und es destillirt Bernsteinöl über, nebst Wasser und Bernsteinsäure. Wenig löslich in Weingeist, Aether und Terpentinöl. Benützung des Bernsteins zu Luxusgegenständen und zur Gewinnung der Bernsteinsäure.

*) Nach der Stadt Colophon in Lydien genannt, woselbst es zuerst bereitet worden ist.

Der Asphalt ist das Harz des Steinöls, welches man in Kohlenlagern und auf See'n schwimmend findet. Schwarze Masse von bituminösem Geruche, löslich in fetten und ätherischen Oelen.

Bergtheer ist die natürlich vorkommende Lösung des Alphalts in Steinöl, welche sich durch Destillation mit Wasser trennen lässt.

Schleimharze oder Gummiharze nennt man Gemenge von Harzen mit Pflanzenschleim oder Gummi und andern Beimengungen, wie sie aus den Milchsäften der Pflanzen durch Eintrocknen entstehen. Dahin gehören das gelbe, giftige Gummigutt, der Weihrauch, die Assa foetida, Myrrhe, das Opium u. a.

VIII. Kautschuck C^8H^7 .

Im Milchsaft verschiedener Pflanzen (Euphorbia u. a.) findet sich eine eigene Art von Körpern, unter denen der Kautschuck (das Federharz) der bekannteste ist. Er wird durch Austrocknen des Saftes gewonnen, den man zu dem Zwecke auf Thonformen streicht und über Feuer hält, dessen Russ ihn schwärzt. Im reinen Zustande ist der Kautschuck farblos, dabei anfangs kleberig, später trocknet er aus und nur frische Schnittflächen kleben noch zusammen. Leitet die Electricität nicht. In der Kälte ist er hart, bei gewöhnlicher Temperatur weich und höchst elastisch; in der Wärme schmilzt er und bleibt dann klebrig. Brennt mit russender Flamme. In Wasser und Weingeist nicht löslich, wohl aber in Aether, Schwefelkohlenstoff und flüchtigen Oelen. Durch trockene Destillation erhält man verschiedene flüssige Kohlenwasserstoffe.

Die Gutta-Percha ist ein ähnlicher Stoff, der erst in der Wärme weich und elastisch wird, in gewöhnlicher Temperatur aber holzartig und unelastisch ist. Vulkanisiren des Kautschucks mittelst Schwefelkohlenstoff. — Anwendung.

Viscin ist ein ähnlicher Stoff der Mistelbeeren und enthalten im Vogelleim. Nicht löslich in Wasser, leicht in Alkohol und Aether.

IX. Extractivstoff.

Unter Extractivstoff versteht man sehr verschiedenartige Bestandtheile der Pflanzen und Thierkörper, welche fast nur darin übereinkommen, dass sie sich aus denselben durch Wasser oder Weingeist ausziehen lassen; in allen übrigen Eigenschaften weichen sie sehr von einander ab. Einige derselben sind völlig geschmacklos, andere, und zwar die meisten, erregen eine süsse oder bittere Geschmacksempfindung. Sehr selten erscheinen sie farblos, meistens sind sie gelb oder braun und werden von Thierkohle entweder entfärbt oder in ihre Poren aufgenommen. Durch Abdampfen ihrer Lösungen erhält man einige in Krystallen, die meisten aber als braune, klebrige Massen, die, völlig ausgetrocknet, wieder Feuchtigkeit aus der Luft anziehen, was wohl grösstentheils einem Gehalte an organischen Salzen zuzuschreiben sein dürfte. Viele Extractivstoffe scheinen sich erst in organischen Säften zu bilden, wenn diese unter Luftzutritt stark erhitzt werden; ebenso setzen die bereits gebildeten beim Abdampfen ihrer wässerigen Lösungen unter Aufnahme von Kohlensäure eine braune schwärzliche Substanz, den Extractabsatz, ab. Man kann sie in bitter und in süss schmeckende Extractivstoffe eintheilen.

Die bitter schmeckenden Extractivstoffe machen einen Bestandtheil vieler Pflanzen aus, welchen sie theils stärkende, theils abführende Eigenschaften ertheilen, wesswegen diese häufig als Arzneimittel, oder auch zur Bereitung bitterer Getränke gebraucht werden. Einige dieser Extractivstoffe sind krystallisirbar, wie das Salicin aus der Rinde und den Blättern mehrerer Weidenarten, das Popolin aus der Rinde und den Blättern mehrerer Pappeln, das Quassin aus dem Wurzelholze des Quassiabaumes, das Aesculin aus der Rinde des Rosskastanienbaumes und der Esche u. s. w. Unkrystallisirbare Arten liefern der Wermuth, der Bitterklee, das Tausendguldenkraut, die Schafgarbe, Kalmus und der Rhabarber, die Blüthen der Kamillen, die Hopfenkätzchen, die Fruchtschale der Pomeranzen und Wallnüsse u. s. w.

Zu den süss schmeckenden Extractivstoffen gehört das

Saponin aus der Seifenwurzel und den Rosskastanien, welches mit Wasser eine schäumende Brühe bildet, die zum Waschen, besonders von Wollzeugen, gebraucht werden kann, und das Glycyrrhizin oder Süssholzzucker = $C^{16}H^{12}O^6$ *) aus der Süssholzwurzel, welches den Hauptbestandtheil des Lakritzensaftes, der durch Ausziehen der Wurzel mit heissem Wasser, Abdampfen und Ausrollen des Rückstandes zu Stangen gewonnen wird, ausmacht.

X. Farbstoffe.

Die Farbstoffe haben wenig gemeinsame Merkmale ausser der lebhaften Färbung, die sie an sich haben oder doch durch bestimmte Einwirkung annehmen können, — Pigmente, — Chromogene. Sind meist stickstofffrei, sehr reich an Kohlenstoff. Verhalten sich häufig wie schwache Säuren, seltener ganz indifferent oder basisch.

Einige Farbstoffe sind in Wasser löslich, andere in Alkohol oder Aether, wieder andere sind völlig unlöslich in unveränderter Form. Kohle absorbirt aus den Lösungen viele Farbstoffe. Sie entstehen vorzugsweise in den Pflanzentheilen, welche dem Lichte ausgesetzt sind. Wichtiger sind für die Technik die Chromogene, welche in den Pflanzen vorhanden sind und erst durch künstliche Umwandlung zu Farbstoffen werden, meist durch Aufnahme von Sauerstoff.

Seltener lassen sich aus den Farbstoffen die Chromogene wieder erhalten.

Durch Einwirkung von Licht und Sauerstoff (Ozon) bleichen viele Farbstoffe, ebenso durch Chlor und schwefelige Säure. Letz-

*) Glycyrrhizin oder Süssholzzucker und Mannit oder Mannazucker $C^8H^{10}O^8$ sind süß wie die Zuckerarten und (wenigstens der Mannit) wohl krystallisirbar; dagegen unterscheiden sie sich durch die Zusammensetzung und namentlich durch den Mangel der geistigen Gährungsfähigkeit ganz wesentlich von den süßen Kohlenhydraten, so dass es durchaus eine Begriffsverwirrung ist, wenn man sie bloß des Geschmackes wegen zu den Zuckerarten stellt.

tere bildet farblose Verbindungen mit den Farbstoffen und durch stärkere Säuren kann oft die Farbe wieder hergestellt werden.

Säuren und Alkalien bewirken oft Farbenveränderungen in den Farbstoffen (Lackmus).

Mit Metalloxyden verbinden sich viele Farbstoffe zu unlöslichen Verbindungen (Lacke oder Lackfarben). Auf der Erzeugung solcher unlöslicher Lacke in den Gespinnsten, aber auch auf der Anziehungskraft der Cellulose zu den Farbstoffen in dem Momente, als sie unlöslich aus einer Flüssigkeit abgeschieden werden, beruht die Färberkunst.

Solche Stoffe, welche die Farbstoffe mit den Geweben in innige und dauerhafte Verbindung zu bringen im Stande sind, nennt man Beizen. Diese können wie die Lösungen der Thonerde und des Zinnoxys an sich farblos sein, oder sie können ändernd auf die Farbe wirken, wie Eisenoxyd, Kupferoxyd und Chromoxyd. Bei der Färberei taucht man das gereinigte und gebleichte Gewebe meist zuerst in die Lösung der Beize. Die Faser nimmt die Basis der Beize, die nur an eine schwache Säure gebunden sein darf, aus der Lösung, sie wird getrocknet und dann in die Lösung des Farbstoffes getaucht, woraus der letztere sich unlöslich an die Faser niederschlägt.

In der Zeugdruckerei werden die Beizmittel an einzelnen Stellen aufgedrückt, so dass nur an solchen die Farbe haftet, oder man druckt mit Aetzbeizen, welche an den bedruckten Stellen die Färbung hindern, also weisse Muster erzeugen auf gefärbtem Grunde.

Der Indigo findet sich in der Natur nicht fertig gebildet vor; sein Chromogen aber findet sich in verschiedenen Pflanzen (Indigofera). Man lässt die Pflanzen in Wasser gähren und giesst die gelbliche Flüssigkeit ab.

Sie setzt beim Stehen an der Luft den Indigo ab, welcher meist noch mit Kalk versetzt wird.

Der Indigo ist ein Gemenge verschiedener Stoffe; am wichtigsten ist das Indigoblau, dann Indigoroth, Indigobraun, der Indigoleim,

Wasser und Salze. Er besitzt eine tiefblaue Farbe, sein Strich ist kupferglänzend, er hat weder Geschmack noch Geruch.

Das Indigoblau = $C^{16}H^5NO^2$ erhält man aus dem Indigo. Man digerirt ihn mit Eisenvitriol und Kalk, von denen ersteres das Indigoblau zu Indigoweiss reducirt und letzterer dieses löst.

Beim Stehen an der Luft oxydirt sich das Indigoweiss wieder zu Indigoblau, welches sich als feines Pulver abscheidet. Das Indigoblau lässt sich auch mit Vorsicht sublimiren. Es ist unlöslich in Wasser, Alkohol, Aether, in verdünnten Säuren und Alkalien.

Concentrirte Schwefelsäure löst es zu einer gepaarten Säure, welche in der Färberei Anwendung findet; ebenso benutzt man den Niederschlag in derselben durch kohlensaures Kali, den Indigokarmin. Dieser ist unlöslich in Salzlösungen, löslich in Wasser.

Das Indigoweiss = $C^{16}H^6NO^2$ entsteht aus dem Indigoblau durch Reduction und ist das in den Indigopflanzen enthaltene Chromogen.

Aus der alkalischen Lösung wird es durch Säuren gefällt. Grauweisses, krystallinisches Pulver, schwerer als Wasser, löslich in Alkohol und Aether. Oxydirt sich sehr leicht zu Indigoblau. Wird es in Lösung mit Geweben zusammengebracht und dann der Luft ausgesetzt, so vereinigt sich das gebildete Indigoblau mit der Faser und färbt sie sehr dauerhaft blau (ächt).

Der Indigo liefert eine Reihe interessanter Zersetzungsproducte. Mit Salpetersäure oxydirt, bildet sich Isatin = $C^{16}H^5NO^4$, rothe Krystalle. Bei weiterer Einwirkung der Salpetersäure entsteht zuletzt Pikrinsalpetersäure = $HO, C^{12}H^2(NO^4), 3O$.

Chlor entfärbt den Indigo und bildet erst Isatin, dann Substitutionsproducte desselben.

In Kalilauge gebracht, löst sich der Indigo und bildet die Anthranilsäure = $HO, C^{14}H^6NO^3$.

Schwefelige Säure bleicht Indigo für sich nicht.

Der Waid lässt sich, jedoch nicht mit Vortheil, zur Bereitung des Indigo verwenden, dagegen ist er ein geeigneter Zusatz bei der Bereitung der Indigoküppe, d. i. die Lösung des Indigo (Indigo-

weisses) in alkalischen Flüssigkeiten, indem er viel stickstoffhaltige Stoffe enthält und daher leicht die Gährung einleitet.

Das Kampecheholz oder Blauholz liefert einen Farbstoff, den man zur Erzielung von violetten oder blauen Mischfarben in der Färberei anwendet, vorzugsweise mit Eisenvitriol zum Schwarzfärben und zur Tinte.

Das Lackmus bereitet man aus Flechten, welche man gemahlen mit ammoniakhaltigen Flüssigkeiten gähren lässt, nach einigen Wochen etwas Alaun, Pottasche und Kalk zufügt und den entstehenden Teig in Würfel formt und trocknet. Wasser löst den Farbstoff auf. Es dient als Reagens und zum Färben von Conditorwaaren.

Der Krapp oder die Färberröthe ist die Wurzel einer Pflanze (*Rubia tinctorum*), deren gelber Saft nach dem Tode der Pflanze röthlich wird und dann verschiedene Farbstoffe enthält, vorzüglich zwei von rother Farbe, Alizarin und Purpurin.

Das Alizarin = $C^{20} H^{16} O^6 + 4HO$, bildet morgenrothe oder gelbe Nadeln, ist etwas löslich in heissem Wasser und in Alkohol, ist schmelzbar und sublimirbar. Unzersetzt löslich in Schwefelsäure, daraus durch Wasser fällbar.

Seine Verbindung mit Thonerde ist röthlich und wird durch Kali purpurfarben.

Durch Kochen eines gebeizten Zeuges mit Alizarin und Wasser erhält man schönere Farben als beim Färben mit Krapp.

Das Purpurin = $C^{18} H^6 O^6 + HO$, erhält man durch Gährung aus Alizarin und Krapp. Rothe oder orangefarbige Nadeln, leichter löslich in Wasser.

Die Knochen der Thiere, welche man mit Krapp füttert, erhalten eine röthliche Farbe, die einige Zeit nach dem Aufhören dieser Fütterung wieder verschwindet.

Das Fernambuk oder Brasilienholz enthält einen rothen Farbstoff, der in der Färberei, zur rothen Tinte und Bereitung des Kugellacks dient.

Den Kugellack erhält man, indem eine Lösung von Fernambukholz mit Alaun gemischt und dann mit kohlenisaurem Alkali gefällt wird.

Lack-Lack und Lack-Dyn sind Farbstoffe, welche aus dem Schellack dargestellt und zur Scharlachfärberei verwendet werden.

Das Sandelholz enthält gleichfalls einen rothen Farbstoff, die Blüthen der Safflorpflanzen einen nicht sehr haltbaren rothen und einen gelben.

Aus Flechten erhält man die Orseille, einen rothen Farbstoff.

Die Cochenille ist ein Insect, welches auf Cactusarten in Mexiko lebt und dessen Weibchen eine ausgezeichnete rothe Farbe liefert. Der färbende Stoff ist Carminsäure^{*)} = $C^{28}H^{14}O^{16}$, ein purpurbraunes Pulver, leicht löslich in Wasser und Alkohol. Die schwach sauer reagirende Lösung gibt mit Kalk einen purpurfarbigen Niederschlag, Alaun auf Zusatz von Ammoniak prächtig carminrothen Lack, mit Zinnsalz prächtiges Scharlachroth auf Zeugen. Ausser zum Färben auf Wolle und Seide benutzt man die Cochenille zur rothen Tinte (Auflösung in Ammoniak), zur Darstellung des Carmins und Carminlacks.

Das Chlorophyll oder Blattgrün ist der grüne Farbstoff in allen grünen Pflanzentheilen. Es entsteht unter dem Einflusse des Lichtes. Die grünen Pflanzentheile athmen im Lichte Sauerstoff aus, den sie aus der eingeathmeten Kohlensäure abscheiden. Nachts absorbiren sie Sauerstoff, was die nicht grünen Pflanzentheile auch am Tage thun und scheiden Kohlensäure aus. Das Blattgrün ist unlöslich in Wasser, löslich in Alkohol, Aether und Oelen. Am Lichte färbt sich seine Lösung bald gelb, ebenso in den Blättern im Herbste, indem ein anderer Farbstoff entsteht.

Saftgrün ist eine aus Beeren von *Rhamnus cathartica* dargestellte Wasserfarbe.

Unter den gelbe Farbstoffe liefernden Pflanzen sind zu nennen: Gelbholz, welches eine haltbare gelbe Farbe liefert, die jedoch nicht schön ist, daher es nur zum Grünfärben (mit Indigo) und zum Schwarzfärben verwendet wird.

Der Wau (*Reseda luteola*) gibt eine dauerhafte gelbe Farbe; weniger haltbar ist der Orleans, sowie die Farbe der Gelbbeeren und der Curcuma (Reagens auf Alkalien).

^{*)} Karmin, vom arabischen kermes, karmes, roth.

Der Safran dient nur zum Gelbfärben von Speisen, mehr als Gewürz.

XI. Proteinstoffe*).

Die Proteinstoffe sind indifferent, amorphe oder organisirte Stoffe, welche den Hauptbestandtheil des Thierkörpers bilden, in Pflanzen ebenfalls sehr verbreitet sind, doch meist in geringer Menge.

Zusammensetzung: sehr complicirt; ausser Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff enthalten sie stets Stickstoff, oft auch Schwefel und Phosphor.

Die Proteinstoffe sind geruchlos und geschmacklos; einzelne sind in kaltem Wasser löslich, alle sind unlöslich in heissem Wasser, Alkohol und Aether, löslich in Kalilauge. Werden durch Salpetersäure gelb gefärbt, durch Salzsäure mit violetter Farbe gelöst.

Sehr leicht zersetzbar. Fäulniss. Können dabei andere Stoffe veranlassen, sich ebenfalls zu zersetzen: Ferment.

Beim Verbrennen zeigen die Proteinstoffe einen höchst widrigen Geruch.

Sind wichtige Bestandtheile aller Nahrungsmittel.

Eiweiss oder Albumin**).

Findet sich im Ei der Vögel, im Blute und anderen thierischen Flüssigkeiten, in vielen Samen.

Ist in löslichem Zustande eine amorphe, durchscheinende Masse, leichtlöslich in kaltem Wasser, gerinnt beim Erhitzen (coagulirt), ist dann weiss, nach dem Trocknen gelb.

Die Lösung des Eiweisses gerinnt auch durch Alkohol, Säuren und verschiedene Salze. Indem es dabei andere Stoffe mit sich fällt, braucht man es zum Klären von Flüssigkeiten und als Gegenmittel bei Vergiftungen.

*) Von *πρῶτος* der Erste, weil diese Verbindungen am wichtigsten für den Organismus sind.

**) Von *albus* weiss, das Weisse der Eier.

Faserstoff oder Fibrin.

Ist im Blute gelöst und bildet den Hauptbestandtheil der Muskeln. Aus dem Blute erhält man ihn durch Umrühren als faserige, weiche und elastische Masse, die nach dem Trocknen hart und hornartig wird, sowie unlöslich in Wasser.

Kleber ist ein dem Fibrin ähnlicher Stoff der Getreidesamen. Wenn Mehl in einem leinenen Säckchen unter Wasser geknetet wird, gehen Stärke und die löslichen Bestandtheile der Samen in das Wasser, der Kleber bleibt als faserige, klebrige Masse zurück, welche sich in Wasser nicht löst.

Verwandelt Stärke bei Gegenwart von Wasser in Dextrin und Traubenzucker.

Verwandelt sich beim Keimen des Getreides in Diastase, ein wichtiges Ferment.

Käsestoff oder Kasein.

Gelöst in der Milch, Hauptbestandtheil der Käse. Amorphe, gelbliche Masse, löslich in Wasser. Seine Lösung wird durch Säuren, Alkohol und einige Salze gefällt und ist dann unlöslich in Wasser, dagegen löslich in einer Lösung von kohlensaurem Kali und einigen anderen Salzen.

Legumin oder Pflanzen-Kasein

nennt man einen ähnlichen Proteinstoff in den Hülsenfrüchten.

Die Seide enthält einen eigenthümlichen Faserstoff. Auch in der Substanz der Hörner, Hufe, Nägel, Federn und Haare ist ein eigenthümlicher Stoff, die Hornsubstanz, welche in Wasser und Alkohol unlöslich ist, dagegen durch Alkalien und Säuren gelöst werden kann. Wird weich in der Wärme (Bearbeitung des Horns).

Benutzung der Abfälle zur Blutlaugensalzfabrikation.

Das Blut.

Durch den Verdauungsprocess werden die Nahrungsmittel zum Theil gelöst und in eine milchige Flüssigkeit verwandelt, wobei

theils der Speichel, theils der Magensaft und die Galle mitwirken. Die Lymphgefässe saugen die tauglichen Stoffe auf und führen sie den Adern zu, wo sie sich mit dem Blute mischen und in solches verwandeln. Das Blut befördert ihre Abgabe an die einzelnen Organe des Körpers, scheidet untauglich gewordene Stoffe wieder aus (Nieren) und hat mithin eine sehr gemischte Zusammensetzung.

Unter dem Mikroskop erkennt man das Blut als gelbe Flüssigkeit, in der rothe Kügelchen suspendirt sind. Aus den Adern gelassen, gerinnt es bald in Blutkuchen und Blutwasser (*Serum*).

Der Blutkuchen enthält die eisenhaltigen Blutkügelchen und Faserstoff. Im Serum sind Eiweiss und verschiedene Salze gelöst. Das Fleisch oder die Muskelfaser besteht der Hauptmasse nach aus Faserstoff, doch enthält es auch verschiedene Salze, Fett, Krentin und Eiweiss. Die rothe Farbe verdankt es dem Farbstoff des Blutes.

Beim Kochen werden viele Bestandtheile des Fleisches gelöst in der Fleischbrühe. In gebratenem Fleische bleiben sie und ist diess daher nahrhafter als das gekochte.

Die Milch wird in besonderen Organen der Säugethiere abgesondert. Ausser einer gewissen Menge löslicher Salze, enthält sie den schon erwähnten Milchzucker, Käsestoff und etwas Eiweiss in Lösung und sehr zertheiltes Fett in Suspension, welches letztere sich bei ruhigem Stehen als Rahm an der Oberfläche sammelt.

Der Rahm gibt bei anhaltendem Schütteln grössere Klümpchen von Fett, als die Butter.

Beim Stehen an der Luft geht, unter Verwandlung des Milchzuckers in Milchsäure, die alkalische oder neutrale Reaction der Milch in die saure über. Dabei gerinnt der Käsestoff und die Milch wird dickflüssig. Das Gerinnen der Milch lässt sich auch durch andere Stoffe, z. B. ein Stückchen Kälbermagen, bewirken. Der Käsestoff (Topfen) dient zur Bereitung von Käse. Anfangs weiss und geruchlos wird er später gelb und erhält durch Ranzigwerden der beigemischten Fette den bekannten Geruch.

Die vom Käse abfiltrirte Flüssigkeit, die Molken, enthält die übrigen Bestandtheile der Milch.

Beim Abkochen scheidet sich das Kasein allmählig in Gestalt eines Häutchens an der Oberfläche ab. Indem beim Kochen der absorbirte Sauerstoff aus der Milch entweicht, wird sie dann weniger leicht sauer.

Die leimgebenden Stoffe sind eine Gruppe stickstoffhaltiger Bestandtheile des Thierkörpers, welche die Hauptmasse der Haut, Sehnen, Knorpel und Knochen bilden. Sie sind unlöslich in Wasser, faulen sehr leicht. Beim Kochen mit Wasser verwandeln sie sich in Leim, eine kleberige, trübe Lösung, welche gallertartig erstarrt und getrocknet fest und sehr hart wird.

Zweite Abtheilung.

Verbindungen, welche durch die Einwirkung anderer Stoffe auf organische Körper erzeugt werden (organische Producte).

Erste Klasse.

Producte der Zersetzung organischer Körper durch atmosphärische Einflüsse und anorganische Säuren.

Die bisher betrachteten organischen Verbindungen waren durchaus Erzeugnisse der im Innern der Organismen waltenden Lebenskraft, durch welche die neben ihr vorhandene chemische Thätigkeit fortwährend bestimmt wird, die dem Pflanzen- und Thierkörper dargebotenen Nahrungsstoffe so zu ersetzen und umzuwandeln, dass die verschiedenen Substanzen, welche jeder besonderen Art von Organismen eigenthümlich zukommen, gebildet werden. Diese chemische Thätigkeit dauert auch dann noch fort, wenn die Lebenskraft entschwunden ist und die von ihr erzeugten Substanzen bei

angemessener Temperatur der fernern Einwirkung der Luft und des Wassers preisgegeben sind.

Die in ihnen enthaltenen entfernteren Bestandtheile: Kohlenstoff, Sauerstoff und Stickstoff trennen sich alsdann zum Theil, um sich in anderen Verhältnissen neben einander zu lagern und so neue Körper, die vorher wohl der Möglichkeit nach, aber nicht in Wirklichkeit vorhanden waren, zu bilden; zum Theil nehmen sie auch Sauerstoff aus der Luft auf und geben an dieselbe wieder Stoffe ab, die in Folge dieser Oxydation theils unmittelbar, theils aus der Gesamtmasse gebildet werden. Man begreift diese Veränderungen, welchen die organischen Körper bei der Abwesenheit der Lebenskraft dem Einflusse der Luft und des Wassers unterworfen sind, unter dem Namen Gährung und unterscheidet je nach den äusseren Verhältnissen, unter welchen dieselbe stattfindet, und nach den Producten, welche sie liefert, eine reine Gährung, Verwesung, Fäulniss und Vermoderung.

Unter Gährung*) versteht man eine Umsetzung gewisser organischer Materien (A), die nur bei Gegenwart von Wasser und einer dritten Substanz (C — des sogenannten Gährungserregers —) erfolgt, und deren Eigenthümlichkeit darin begründet ist, dass nach den bis jetzt gemachten Erfahrungen diese dritte Substanz in keiner Weise durch ihre chemischen Verwandtschaftskräfte dabei thätig ist, indem zwischen der ersten und dritten Substanz durchaus kein Austausch von Stoffen statthat. Es ist dabei immer zu unterscheiden zwischen dem Gährungsmaterial (d. h. dem Stoffe, dessen Umsetzung eingeleitet wird), dem Gährungserreger (Ferment oder demjenigen Stoffe, der die Umsetzung einleitet, veranlasst,) und endlich dem Gährungserzeugnisse (dem Umsetzungsproducte aus dem Gährungsmaterial). Durch den Einfluss des Gährungserregers, welcher Einfluss aber nach den gewöhnlichen chemischen Gesetzen nicht zu erklären ist, kommt in dem Gährungsmaterial eine andere Anordnung der einzelnen kleinsten Theile der Atome zu Stande, wobei

*) Vom altdeutschen gahren, gahr oder fertig machen.

sie entweder alle beisammen bleiben (z. B. Stärkmehl in Zucker), oder aber sich in manche andere Verbindungen spalten (z. B. Zucker in Weingeist und Kohlensäure).

Die Fermente sind sehr verschiedener Art, doch lassen sich zwei natürliche Abtheilungen angeben: a) es sind Substanzen, die selbst in einer chemischen Umänderung sich befinden, oder einer solchen ausserordentlich leicht untergehen, z. B. die sogenannten Proteinkörper, Leim, Wasserstoffsuperoxyd, Hefenzellen u. s. w.; oder aber es sind b) Substanzen, die sich selbst nicht verändern und für ihre Wirkung ist bis jetzt noch keine irgend befriedigende Erklärung möglich gewesen: z. B. Schwefelsäure, wenn sie auf Holzfaser oder Stärkemehl einwirkt.

Gasentwicklung ist durchaus kein allgemein die Gährung begleitender Vorgang. Die Fäulniss ist nur ein einzelnes Beispiel der Gährung, und blos wegen der durch sie veranlassten Erzeugung von übelriechenden Gasen von anderen Gährungsarten im Sprachgebrauche schon lange unterschieden worden. Dagegen ist die Verwesung eine Combination eines Gährungsvorganges mit einem gewöhnlichen chemischen Processe (und zwar einer Oxydation), von welchem nach der reinen Gährung ausführlicher die Rede sein soll.

Man hat über die Gährungserscheinungen drei Haupterklärungsversuche:

a) Sie seien die Wirkungen einer sogenannten katalytischen (zersetzenden) Kraft, oder Wirkungen der blossen Berührung (des Contacts), oder der Gegenwart von gewissen Substanzen. Dieser von Berzelius und Mitcherlich gegebene Ausdruck verzichtet auf jede Erklärung, und will nur durch die neue Benennungsart bemerklich machen, dass hier eine ganz eigenthümliche, von der chemischen Affinität wesentlich verschiedene Ursache wirksam sei, über deren Näheres wir gar nichts wissen. Wichtige Stützen für diese Ansicht sind besonders die angegebenen Wirkungen des Platins, z. B. auf ein Gasgemisch von Wasserstoff und Sauerstoff u. s. w., dann die Wirkung der Schwefelsäure auf Stärkmehl.

b) Ein Körper, der sich selbst in Umsetzung seiner Atome befindet, sei sehr geneigt, diesen Zustand des erschütterten Gleich-

gewichtetes, der inneren Bewegung, auf andere zusammengesetzte Körper überzutragen, diese gleichsam mit der Neigung zur Entmischung anzustecken (Propaganda zu machen.)

Diese Ansicht wurde zuerst in interessanter und geistreicher Weise von Liebig vorgetragen und durch viele Thatsachen unterstützt. Er hob dabei hervor, dass sehr viele organische Materien erst durch gewisse Umänderungen, die sie z. B. an feuchter Luft erlitten haben, fähig werden, als Gährungserreger zu wirken. Die hier entwickelte Theorie passt auf eine bedeutende Anzahl von Gährungsvorgängen, aber wenigstens bis jetzt nicht auf alle, so nicht auf die Wirkungen des Platins und der Schwefelsäure.

c) Bei einigen Vorgängen wird die sogenannte Selbstentmischung der Einwirkung lebender Wesen zugeschrieben. Es sind nach dieser Ansicht überall in der Luft und in dem Wasser zahllose Keime von lebenden Wesen verbreitet, die sich da entwickeln, wo sie die zu ihrer Entwicklung günstigen Verhältnisse vorfinden, und durch ihre Entwicklung die Zersetzung organischer Materien veranlassen. Diese Erklärung passt höchstens auf einige Gährungsvorgänge: Fäulniss (wobei übrigens die Infusionsthierchen durchaus nicht immer vorhanden sind), weingeistige Gährung (Hefenzellen) und etwa noch gewisse Schimmelbildungen. In den meisten übrigen, jetzt zu den Gährungsprocessen gestellten Vorgängen findet diese Theorie ganz und gar keine Anwendung, und selbst in den Fällen, wo gewisse Umsetzungsprocesse zugleich mit gewissen organisirten Bildungen in die Erscheinung treten, ist noch gar nicht ausgemacht, ob die letzteren die Ursache der Stoffumsetzung oder bloß eine begleitende oder gar zufällige Erscheinung sind; sowie z. B. beobachtet wurde, dass Fleisch durch eine Blase, die den Durchgang lebender Wesen verhindern muss, von faulem Fleische getrennt, dennoch in Fäulniss übergehe; ferner: dass Milch selbst, in Berührung mit vorher erhitzter Luft, Umsetzungen erlitt u. s. w.

Die Verwesung ist, wie oben bemerkt, eine langsame Oxydation eines verbrennlichen Körpers, unter Vermittelung eines sogenannten Gährungserregers. Dieser

scheint hier ganz die Rolle z. B. der Wärme zu spielen, die auch gewisse Substanzen zur Aufnahme von Sauerstoff geneigt macht, welche bei gewöhnlicher Temperatur keine Anziehung auf den Sauerstoff der Luft ausüben. Bedingungen zur Einleitung und Fortführung der Verwesung sind: a) Sauerstoff; b) Wasser, wenigstens ein befeuchteter Zustand des Verwesungsmaterials; c) das Verwesungsmaterial; d) eine gewisse Temperatur; e) der Verwesungserreger. Eine mittlere Temperatur begünstigt die Verwesung. Die Verwesung ist, wie jede Oxydation, von einer gewissen Wärmeentwicklung begleitet, welche jedoch meistens nicht sehr bedeutend und daher oft kaum bemerkbar ist, weil eben die Oxydation hierbei nur ganz allmählig erfolgt.

Bei der Verwesung stickstoffhaltiger, organischer Materien entwickelt sich der Stickstoff in letzter Form zum Theil als Gas, besonders bei Abwesenheit von Salzbasen und ungehindertem Luftzutritt, am häufigsten aber als Ammoniak, das dann zuweilen alsbald als salpetersaures Ammoniak auftritt. Vielleicht wirkt auch das Licht zuweilen als Verwesungserreger, und bewirkt so die Zersetzung verschiedener organischer Farbstoffe (das sogenannte Abschiessen der gefärbten Zeuge), indem sie dadurch geneigt werden, allmählig mit dem Sauerstoffe der Luft sich zu vereinigen.

Die sogenannte Vermoderung ist nach der oben gegebenen Begriffsbestimmung nichts als ein Verwesungsakt, bei dem aber der Luftzutritt sehr erschwert ist; man wendet jenen Ausdruck hauptsächlich auf die Verwesung der Holzfaser an, die in feuchtem Boden eine langsame Zersetzung und allmählige Oxydation erfährt.

Gährungswidrige Mittel.

Dieselben Substanzen oder Einflüsse, welche die Gährungsvorgänge verhindern oder oft, wenn sie schon eingetreten sind, wieder unterbrechen, müssen auch die Verwesung aufheben, da bei letzterer immer als Theilerscheinung ein Gährungsvorgang stattfindet. Dagegen muss völlige Abhaltung der Luft jede Verwesung verhindern, weil sie wesentlich noch in einer Oxydation besteht, während bei den Gährungsvorgängen gar kein, in einigen Fällen

aber nur ein vorübergehender Luftzutritt nothwendig ist. Die nun im Einzelnen aufzuführenden Mittel, organische Substanzen von den genannten Umänderungsvorgängen zu bewahren, sind:

1) Kälte. Eine sehr niedere Temperatur hemmt jeden Gährungs Vorgang, doch ist die für die letzteren nöthige Wärme bei den einzelnen Fermenten eine verschiedene.

2) Siedhitze. Sie treibt nach Liebig den in Wasser gelösten Sauerstoff aus, und verhindert so die Bildung von Gährungserregern.

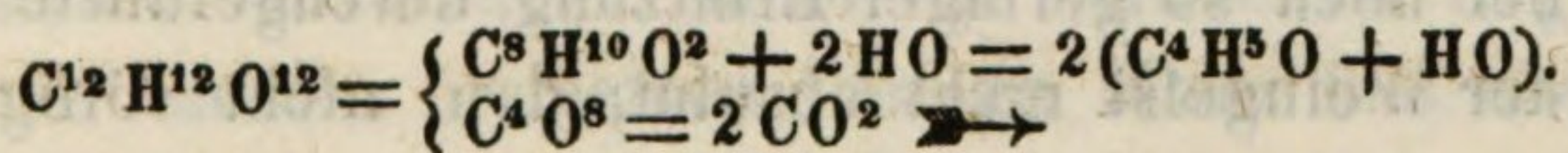
3) Abschluss des Sauerstoffes; unterdrückt nur einige Gährungsvorgänge, zu deren Einleitung (nicht aber Fortführung) Sauerstoff nöthig ist, z. B. die weingeistige Gährung. Dagegen hört mit abgehaltenem Sauerstoff jeder Verwesungsprocess auf.

4) Austrocknen und Abschluss der Feuchtigkeit. Bei vollständigem Abschluss des Wassers findet weder Gährung noch Verwesung statt. Durch Entziehung von Wasser bewahrt z. B. der Weingeist anatomische Präparate vor Fäulniss. Ebenso wirken aufgestreute Salze oder Zuckerpulver; sie entziehen z. B. dem Fleische Wasser; die Fleischfaser kann sich mit der so gebildeten concentrirten Salz- oder Zuckerlösung nicht tränken, und auf diese Art wird zugleich auch noch der Luftzutritt wenigstens erschwert.

Die bekanntesten und für den Techniker wichtigsten Gährungsprocesse sind diejenigen, welchen manche Zuckerarten unterworfen sind. Es bildet sich alsdann aus den Bestandtheilen derselben zunächst Kohlensäure und Weingeist; ein Vorgang, den man die geistige, und weil in Folge derselben aus manchen süßen Pflanzensäften Wein entsteht, auch die Weingährung genannt hat. Bei fortdauernder Einwirkung günstiger Umstände geht die erhaltene geistige Flüssigkeit allmählig in Verwesung über, indem der in ihr enthaltene Weingeist aus der atmosphärischen Luft Sauerstoff aufnimmt und sich dadurch in Essigsäure umwandelt. Dieser Verwesungsprocess wird die saure oder Essiggährung genannt.

A. Geistige oder Weingährung.

Die Bedingungen, unter denen dieselbe erfolgt, sind: eine gewisse Wassermenge, welche am zweckmässigsten die vierfache von der des Zuckers ist, ein Quantum Hefe, das etwa nur 1% von der Zuckermenge zu betragen braucht, endlich eine Temperatur, die nicht unter $+ 5^{\circ} \text{C.}$ und nicht über $+ 25^{\circ} \text{C.}$ liegen darf. Bei einer grösseren, als der angegebenen Zuckermenge wird die Zersetzung der Hefe und damit die gährungserregende Wirkung verhindert; denselben Erfolg haben alle fäulnisswidrigen Mittel, ferner auch Substanzen, welche die Hefe auflösen, wie Alkalien; in diesem Falle, sowie durch zerriebene Hefe wird die Fäulniss eingeleitet. Eine zu grosse Hefenmenge, besonders wenn auch zugleich die Temperatur die obere Grenze beträgt, oder sie überschreitet, veranlasst eine weitergehende Veränderung in Essigsäure u. s. w. Sind die aufgeführten Gährungsbedingungen aber vorhanden, so zerfällt der Traubenzucker direct, der Rohr- und Milchzucker jedoch erst nach vorheriger Ueberführung in Traubenzucker — in Alkohol und Kohlensäure. — Der Traubenzucker ist nämlich (abgesehen von seinem Krystallwasser) $= \text{C}^{12}\text{H}^{12}\text{O}^{12}$; in Folge der geistigen Gährung zerfällt derselbe in 2 Aequ. Alkohol ($= \text{C}^4\text{H}^5\text{O} + \text{HO}$) und 4 Aequ. Kohlensäure:



Dabei wird die zuckerhaltige, ursprünglich klare Flüssigkeit alsbald trübe, es steigen kleine Bläschen von CO^2 gegen ihre Oberfläche auf, und zugleich bemerkt man eine Erhöhung ihrer Temperatur. Nach einiger Zeit hört die Entwicklung der CO^2 auf, der trübende Stoff setzt sich als Hefe auf dem Boden ab, und die Flüssigkeit, welche nun statt des Zuckers Weingeist enthält, ist wieder klar geworden.

Die Wirkung des Ferments ist keine unendliche, sondern sie endigt, trotz dass noch unzersetzter Zucker vorhanden ist, in einer gewissen Periode (nämlich da, wo die Hefe selbst sich ganz zersetzt hat.)

Als Ferment*) kann jeder stickstoffhaltige organische Körper, z. B. Kleber, Eiweiss, Thierstoff, Käsestoff u. s. w. dienen; gewöhnlich enthalten die Flüssigkeiten, welche der geistigen Gährung unterworfen werden, schon von Natur aus einen solchen Bestandtheil; im entgegengesetzten Falle müsste ein solcher erst hinzugefügt werden. Zutritt der Luft ist nur anfangs und desswegen erforderlich, damit das vorhandene Ferment aus derselben Sauerstoff aufnehmen und dadurch die Gährung einleiten kann. Ist einmal eine grössere Menge von Weingeist in einer gährenden Flüssigkeit entstanden, so kann diese selbst dazu dienen, die vollständige Zersetzung alles Zuckers zu verhindern, da stärkerer Weingeist selbst ein gährungswidriges Mittel ist (so erhält sich in starken, süssen Weinen oft eine beträchtliche Menge Zucker unzersetzt). Durch Berührung mit Papier, Stroh, Kohlenpulver und sonstigen porösen Stoffen können Zuckerlösungen (ohne alle Hefe) ebenfalls in eine Gährung versetzt werden, aber es bildet sich dabei kein Alkohol, sondern Buttersäure.

Aus der gegohrenen Flüssigkeit wird durch Destillation ein wässeriger Alkohol dargestellt. Da der Weingeist bei bedeutend niedriger Temperatur als das Wasser siedet, so geht im anfänglichen Destillat eine alkoholreichere Flüssigkeit über, die, je höher die Wärme steigt, um so wässeriger wird. Durch noch so oft wiederholte und bei noch so geringer Erhitzung durchgeführte Destillation lässt sich der Weingeist nicht absolut, d. h. nicht völlig wasserfrei gewinnen, weil in dem Alkoholdampf immer auch etwas Wasser verdunstet; er enthält daher bei dieser Reinigung durch Rectification immer noch 8 bis 10% Wasser. Ausserdem aber sind ihm, sowie er im Grossen bereitet wird, immer gewisse flüchtige Stoffe beigemengt. Man hat diese, in ihrer Natur sehr verschiedenen Nebenproducte Fuselöle genannt; ihre Entfernung aus dem Weingeiste gelingt am besten durch Digestion mit gut ausgekühlter Holzkohle, welche diese Riechstoffe fixirt, und von welchen der Weingeist abdestillirt werden kann. Zur vollständigen Entwässerung des

*) Von fermentum und dieses von fervere (brausen), weil die dadurch hervorgerufenen Erscheinungen gewöhnlich Blasen werfen.

letzteren wählt man am besten grob gepulvertes, geschmolzenes Chlorcalcium, welches eine grosse Verwandtschaft zum Wasser besitzt und damit Verbindungen eingeht, die ihr Wasser bei 78° C. noch nicht abgeben. Auch mehrmalige Destillation des starken Weingeistes über gut gebranntem Kalk entzieht demselben das Wasser.

Der völlig reine Alkohol*) $C^4H^5O + HO$ ist eine wasserhelle Flüssigkeit von durchdringendem Geruche, brennendem Geschmacke und 0,792 specifischem Gewichte. Die grösste, künstlich erreichbare Kälte hat ihn noch nicht zum Erstarren bringen können; durch ein Gemisch von fester Kohlensäure und Aether nimmt er eine dickflüssige Consistenz an. Er siedet bei 78° C. Mit Schnee gemengt, erzeugt er grosse Kälte. Zum Wasser hat er eine sehr grosse Verwandtschaft, und nimmt durch Beimischung von ersterem an specifischem Gewichte zu, während sich gleichzeitig sein Siedepunkt erhöht; am zweckdienlichsten bedient man sich zur schnellen Ermittlung des specifischen Gewichtes des Alkohols der Aräometer, über deren specielle Benützung die Handbücher der Technologie und angewandten Chemie Auskunft geben. Der absolute Alkohol, Weinalkohol, wirkt, innerlich genommen, sehr giftig, in kleinen Gaben oder mit vielem Wasser vermischt, heftig berauschend. Nach Liebig ist er in verdünnter Form als ein sehr energisches Respirationsmittel anzusehen, daher in nördlichen Gegenden der Alkoholgenuss für den gemeinen, armen Mann fast unentbehrlich erscheint.

Der Alkohol ist leicht entzündlich, und brennt ohne Docht mit blauer Flamme zu Kohlensäure und Wasser. Er verdunstet schon bei gewöhnlicher Temperatur sehr leicht und zieht aus der Luft Wasser an; mit letzterem lässt er sich in jedem Verhältnisse mischen, wobei er sich verdichtet und Wärme entwickelt (Contraction des Weingeistes). Beim Leiten durch schwach glühende Röhren, oder bei Berührung seines Dampfes mit erhitztem Platin-

*) Alkohl aus al, dem arabischen Artikel und kohol = Feinstes, Kräftigstes, wird ganz wasserfreier oder absoluter (von absolvere befreien) Alkohol oder Weingeist genannt.

draht oder mit kaltem Platinschwamm oder Platinschwarz wird er zersetzt, wobei besonders Essigsäure, Kohlensäure und Wasser gebildet werden. Mit concentrirter Schwefelsäure behandelt, liefert er Leuchtgas, mit etwas verdünnter Schwefelsäure, Aether. Mit manchen Salzen, z. B. Zinnchlorür, Chlorcalcium, salpetersaurem Kalk u. s. w., verbindet er sich in bestimmten Verhältnissen, und bildet damit die sogenannten Alkoholate. Eine merkwürdige Eigenschaft des Alkohols besteht darin, dass er die thierische Membrane wohl benetzt, aber nicht durchdringt; darauf beruht z. B. die Concentration des Alkohols und der Weine, indem man die Gefässe, worin diese Flüssigkeiten eingeschlossen, mit einer Membrane verschliesst, durch deren Poren wohl das Wasser, nicht aber der Alkohol verdunstet. Er ist durchaus indifferent, und geht vielleicht keine einzige ächte chemische Verbindung ein. Als Lösungsmittel erfährt er eine bedeutende Anwendung; er löst die reinen Alkalien, ihre Schwefel- und Cyanmetalle und viele zerfliessliche und andere Salze; den Schwefel, Phosphor, wenn auch in sehr geringer Menge; endlich namentlich noch sehr viele sauerstoffärmere, organische Körper, wie Harze, ätherische Oele, Fette, überdiess viele Zuckerarten und alle Alkaloïde.

Mit Wasser und Aether mischt er sich in allen Verhältnissen. Die sogenannten Hoffmann'schen Tropfen sind ein Gemisch von 1 Theil Aether mit 2 bis 3 Theilen Weingeist; ferner dient er zur Darstellung der Lackfirnisse, der verschiedenen Tinkturen und Essenzen der Apotheker, der wohlriechenden Geister, z. B. Eau de Cologne, dann als Brennmaterial u. s. w.

Die geistigen Getränke sind Mischungen von Alkohol mit Wasser und oft sehr verschiedenen anderen Beimengungen, je nach der Art der Bereitung. Die wichtigsten sind:

Der Wein. Der süsse Saft der reifen Trauben (Most) geht sehr bald in Gährung über, welcher durch die Umänderung des in ihm enthaltenen Pflanzeneiweisses eingeleitet wird. Nach der Gährung füllt man den neuen Wein in Fässer, wo er langsam nachgährt. Nach einigen Monaten wird er klar von dem Bodensatze (Hefe und Weinstein) abgezogen in geschwefelte Fässer.

Der Wein enthält 7—20 Procent Weingeist, etwas Gummi, Salze (vorzüglich der Weinsäure), mitunter Zucker; der Rothwein noch Gerbsäure und Farbstoffe, welche beide er aus den Schalen der blauen Trauben aufnimmt, die man daher bei der Gährung im Most lassen muss. Der moussirende Wein wird vor der Nachgährung in Flaschen gefüllt.

Die Obstweine werden auf ähnliche Weise aus Früchten bereitet und enthalten demgemäss verschiedene andere Bestandtheile.

Meth bereitet man durch Gährung von Honig mit Wasser und Zusatz von Gewürzen.

Das Bier*) bereitet man meist aus Gerste (leichte und gleichmässige Keimfähigkeit derselben). Man lässt sie angefeuchtet in Haufen keimen und unterbricht das Keimen durch rasches Austrocknen an der Luft oder in Oefen (Luftmalz und Darmmalz). In dem Malze ist die Stärke zum Theile in Dextrin und Zucker umgewandelt, indem beim Keimen ein eigenthümlicher Stoff, die Diastase**) sich bildet, welche als Ferment wirkt.

Das Malz wird geschroten und mit Wasser erwärmt (bis 72° C. Einmaischen). Dabei geht die Stärke vollends in Form von Dextrin und Zucker in eine Lösung: Würze***). Der unlösliche Theil, Malzteig, besteht aus Zellstoff, Kleber, Pflanzeneiweiss und etwas Stärkmehl und wird als Mastfutter verwendet.

Die Würze wird durch Sieden geklärt und erhält durch Hopfen†) den eigenthümlichen Geruch und Geschmack.

Nach dem Kühlen wird die Würze durch Bierhefe in Gährung versetzt. Die Obergährung bei 12—19° C. verläuft rasch, die

*) Vom altdutschen Beere, was Gerste bedeutet (Wittstein). Der Name soll also an die Bereitung erinnern. Nach Anderen ist dieses Wort von bibere, trinken, hergeleitet.

**) Von *διάσπασις* (Spaltung) wegen seiner Eigenschaft, in gewissen organischen Verbindungen Spaltungen zu veranlassen.

***) Der wässerige Auszug des Malzes wird Würze genannt, die gegohrene Würze selbst ist das Bier.

†) Die für den Bräuer wichtigen Theile des Hopfens sind sein ätherisches Oel, seine bittere Substanz und sein Gerbstoff.

Untergährung bei 5 — 10° C. langsamer, bewirkt gründlichere Abscheidung der stickstoffhaltigen Stoffe und haltbareres Bier. Nachgährung im Fass in kühlen Kellern.

Das Bier enthält ausser Alkohol (2—7 Procent) und Wasser auch Kohlensäure, indem es fortwährend in Nachgährung sich befindet, und sogenanntes Bierextract (Dextrin, Stärkezucker, Farbstoff, einige Salze und Bestandtheile des Hopfens, und etwas Proteinstoffe).

Die Ausmittlung der übrigen normalen Bierbestandtheile hat selten practische Wichtigkeit, um so mehr aber die Erkennung gewisser absichtlicher Verfälschungen, die beim Biere nicht gar selten vorkommen. Die wichtigsten dieser betrügerischen Zusätze sind narkotische Gifte, wie Belladonna, Opium, Kokkelkörner, Bilsenkraut, Strychnin, theils um an Hopfen zu ersparen, theils um das Bier stärker, berauschender zu machen. Leider ist der chemische Nachweis solcher Pflanzengifte bis jetzt ausserordentlich schwierig. Für das Strychnin, das man als eine der bittersten Substanzen dem Biere zuweilen zugesetzt gefunden hat, wurde Filtriren durch gut ausgeglühte Kohle anempfohlen, wobei alles Hopfenbitter verschwindet (eben so das von China, Aloë u. s. w.), während das giftige Bitter der Brechnüsse noch im Filtrat erkennbar ist. Doch fand Warrington, dass Aufgüsse von Strychnin, Morphium und Chinin bei Digestion mit thierischer Kohle in der Wärme alle Bitterkeit verlieren. Sehr werthvoll für die Ausmittlung von Pflanzengiften im Biere ist das Abdampfen desselben und die Prüfung des Rückstandes rücksichtlich seiner giftigen Eigenschaften an Thieren, wo Strychnin Starrkrampf, Belladonna Erweiterung der Pupillen und andere in die Augen fallende Symptome hervorrufen. Hie und da wird sauer gewordenes Bier mit Alkalien und alkalischen Erden versetzt, um die Säure wegzunehmen; Abdampfen, Einäschern und Wägen der Asche, die in solchen Fällen in viel grösserer Menge vorhanden sein muss, gibt hier den sichersten Aufschluss, wenn nicht schon der Geschmack solche Verunreinigungen verräth.

Gutes, malzreiches, hopfenbitteres, vollständig ausgegohrenes

Bier kann in gewissen Krankheiten (z. B. Bleichsucht, Erschöpfung lange krank gewesener Personen, Verdauungsstörungen) ein sehr wichtiges Heilmittel sein, besonders wegen seiner die Verdauung anregenden Kraft.

Der Branntwein wird aus sehr verschiedenem Material dargestellt.

Stärkmehlartige Substanzen (Kartoffeln, Korn) werden zerquetscht und mit Wasser und Malz gemaischt. Die Stärke geht in Traubenzucker über.

Die süssgewordene Maische wird gekühlt und durch Hefe in Gährung versetzt.

Die gegohrene Maische wird destillirt, die Rückstände dienen als Viehfutter.

Man erhält auch Branntwein durch Destillation von Wein, von gegohrenem Obstsaft (Zwetschgen, Kirschen, Wachholderbeeren) aus gegohrener Milch (Kumiss), aus Abfällen in Zuckerfabriken (Rum), aus Reis (Arak*).

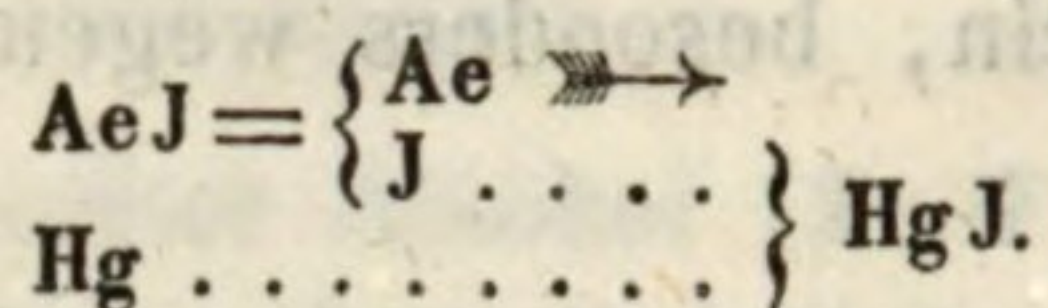
Alle diese Getränke enthalten verschiedene ätherische Oele und andere Stoffe, welche den Geschmack und Geruch bedingen. Liqueure sind Mischungen von Weingeist, Zucker und aromatischen Stoffen.

Dem gewöhnlichen Alkohol, sowie dem aus demselben dargestellten Aether liegt dasselbe organische Radical, nämlich das Aethyl = $C^4H^5 = Ae$ zu Grunde; es ist diess ein farbloses Gas, von schwachem Geruch, leicht condensirbar zu einer bei $23^\circ C.$ siedenden Flüssigkeit, unlöslich in Wasser, löslich in Alkohol.

Dadurch, dass man Alkohol, Jod und kleine Stücke Phosphor miteinander in Berührung bringt, bildet sich Jodäthyl = AeJ ; aus diesem Jodäthyl ist es gelungen, durch Einschliessen desselben

*) Vom arabischen al Rack: das in Ostindien aus Reis bereitete geistige Getränke.

mit Quecksilber in eine Glasröhre das Aethyl darzustellen; es bildet sich dabei Quecksilberjodid und flüchtiges Ae:



Alkohol weniger 1 Aequivalent HO ist das Aethyloxyd = $\text{C}^4\text{H}^5\text{O} = \text{AeO}$, gemeiner Aether, fälschlich auch Schwefeläther genannt. In reinem Zustande kommt das Aethyloxyd nie in der Natur vor, sondern ist immer ein Kunstproduct aus dem Alkohol. Dagegen finden sich Verbindungen des AeO mit Sauerstoffsäuren wohl nicht so selten in der Natur (so wahrscheinlich in den feinen Obstarten) und erzeugen sich vielleicht häufig von selbst als Nebenproducte der geistigen Gährung verschiedener Fruchtsäfte.

Das AeO entsteht durch Destillation von Alkohol (5 Th. zu 85 Procent) und Schwefelsäure (10 Th.), indem man stets so viel Alkohol nachfliessen lässt, als Aether und Wasser abdestilliren. Durch Vermischen von starkem Weingeist und Schwefelsäurehydrat bildet sich nämlich in der Wärme Aethyloxyd-Schwefelsäure, die sich bei 140°C . in einer concentrirten Auflösung in Schwefelsäurehydrat und Aethyloxyd zersetzt; lässt man nun starken Weingeist zufließen, so zersetzen sich Schwefelsäurehydrat und Alkohol wieder in frei werdendes Wasser und Aetherschwefelsäure, letztere wieder in Aethyloxyd und Schwefelsäurehydrat und so fort, so dass durch dieselbe Menge Schwefelsäurehydrat jede beliebige Weingeistmenge in Aethyloxyd und Wasser zerlegt werden kann. Das Aethyloxyd destillirt mit dem Wasser über und bildet in der Vorlage zwei Schichten, wovon die obere Aethyloxyd, die untere aber Wasser ist. Lässt man zuviel Weingeist nachfliessen, so sinkt die Temperatur und es geht unveränderter Weingeist über, der sich mit dem Aethyloxyd mischt; wird zu wenig Weingeist hinzugebracht, so steigt die Temperatur und es erzeugen sich Zersetzungsproducte der Aethyloxyd-Schwefelsäure, wohin namentlich schwefelige Säure gehört, die sich in dem übergegangenen Wasser auflöst. Die mit dem Aethyloxyd übergegangene Wassermenge beträgt, wie der Versuch zeigt, gerade so viel, als nothwendig wäre, um den übergegangenen Aether in Alkohol zu verwandeln; allein,

da diese beiden Stoffe nicht gleichzeitig (sondern das Wasser bei einer etwas höheren Temperatur) frei werden, also nicht im *status nascens* mit einander in Berührung kommen, so gehen sie auch keine chemische Vereinigung unter sich ein. Der gewonnene rohe Aether, den man durch Abheben vom darunter befindlichen Wasser trennt, enthält daher gewöhnlich noch Alkohol, schwefelige Säure und Wasser. Durch Schütteln mit dünner Kalkmilch entfernt man die ersteren beiden, durch Rectification über gebranntem Kalk auch das Wasser.

Der reine Aether^{*)} ist eine farblose, sehr dünnflüssige Flüssigkeit von dem bekannten durchdringenden Geruche, brennend süßlichem Geschmacke, von 0,71 specifischem Gewichte, siedet bei 35° und erzeugt bei seiner Verdunstung beträchtliche Kälte. Er ist höchst brennbar; mit Luft gemengt, verbrennt er zuweilen mit heftiger Explosion; 9 Theile Wasser lösen 1 Theil Aether auf. Er selbst löst Schwefel, Phosphor, Brom und Jod auf, von unorganischen Stoffen nur eine geringe Anzahl; dagegen ist er das Hauptauflösungsmittel für sauerstoffarme und sauerstofffreie Materien, so Fette, Harze, ätherische Oele, Kautschuck u. a. Mit Alkohol mischt er sich in jedem Verhältnisse. Die physiologischen Wirkungen des Aethers waren vor mehreren Jahren noch ausserordentlich berühmt, indem der in die Lungen gebrachte Aetherdampf eine eigenthümliche Art von Berausung erzeugt, bei welcher die Abstumpfung des Gefühlvermögens in so hohem Grade auftreten kann, dass selbst völlige Gefühllosigkeit während der schmerzhaftesten Operationen stattfindet. Uebrigens ist jetzt der Aether als gefühlabstumpfendes Mittel fast durchaus vom Chloroform verdrängt. Gefahr beim Aetherisiren.

Das auf diese Weise gewonnene AeO ist ein indifferenten Körper; es existirt jedoch noch eine zweite, für sich nicht darstellbare Modification des AeO (zusammengesetzter Aether), in wel-

^{*)} Aether von αἰθήρ Luft, Himmelsluft, überhaupt etwas sehr leichtes, feines, weil diese Verbindung sich so sehr zu verflüchtigen strebt. Man bezeichnet mit diesem Ausdruck jede geistige, sehr dünnflüssige, leicht sich verflüchtigende Flüssigkeit. Aetherische Oele.

cher es die Rolle einer Basis spielt und nur in Verbindung mit Säuren bekannt ist.

In dem Hydrate dieses AeO , dem gewöhnlichen Alkohol $= \text{AeO} + \text{HO}$, kann also unter den angegebenen Verhältnissen das Wasser abgegeben werden und es entsteht der beschriebene indifferenten Aether; aus anderen aber ähnlichen Verhältnissen tritt das dadurch freigewordene Oxyd an eine anwesende Säure und bildet damit eine zusammengesetzte sauerstoffsäure Aetherart. Diese sind zum Theil neutral, zum Theil sauer. Viele riechen stark aromatisch, besonders die Verbindungen mit organischen Säuren, und bilden das Aroma in Wein, Rum u. s. f.

Das genannte Radical Ae verbindet sich ausser mit O auch noch mit zahlreichen anderen Elementen, namentlich den Salzbildern, dem Schwefel, Selen und Tellur; endlich auch mit electro-negativ zusammengesetzten Radicalen, wie Cyan.

Diese Verbindungen sind die sogenannten wasserstoffsäuren Aether, welcher Name aber unrichtig ist, da sie weder Wasserstoffsäure, noch ein Oxyd ihres Radicals enthalten; wir wollen sie Haloïdäther nennen, da denn doch einmal der Sprachgebrauch sie Aether genannt hat.

Beispiel: Aethyl plus Chlor gleich Chloräthyl.

Der Essigäther, $\text{AeO} \cdot \bar{\text{A}} = \text{C}^4\text{H}^5\text{O} \cdot \text{C}^4\text{H}^3\text{O}^3$, wird durch Destillation von Bleizucker mit Weingeist und Schwefelsäure erhalten, ist eine farblose, sehr angenehm riechende Flüssigkeit, brennbar, löslich in 7 Theilen HO . Siedepunkt 74°C .

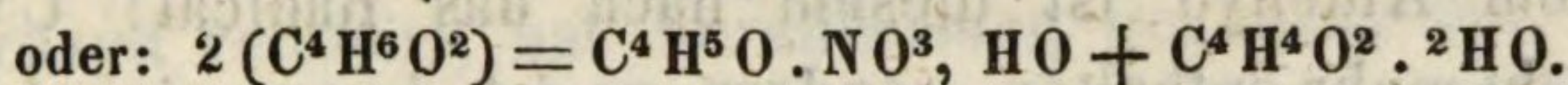
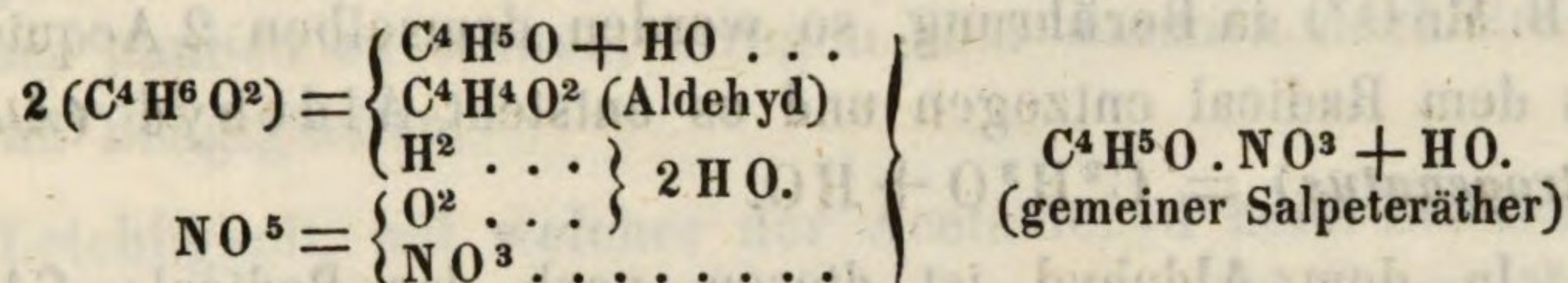
Auf ähnliche Weise erhält man die Aether der Buttersäure und der Baldriansäure, welche in der Parfümerie und zur Bereitung von künstlichem Rum verwendet werden.

Wahrscheinlich besteht das Bouquet gewisser Bordeauxweine aus solchen Aethern (Liebig).

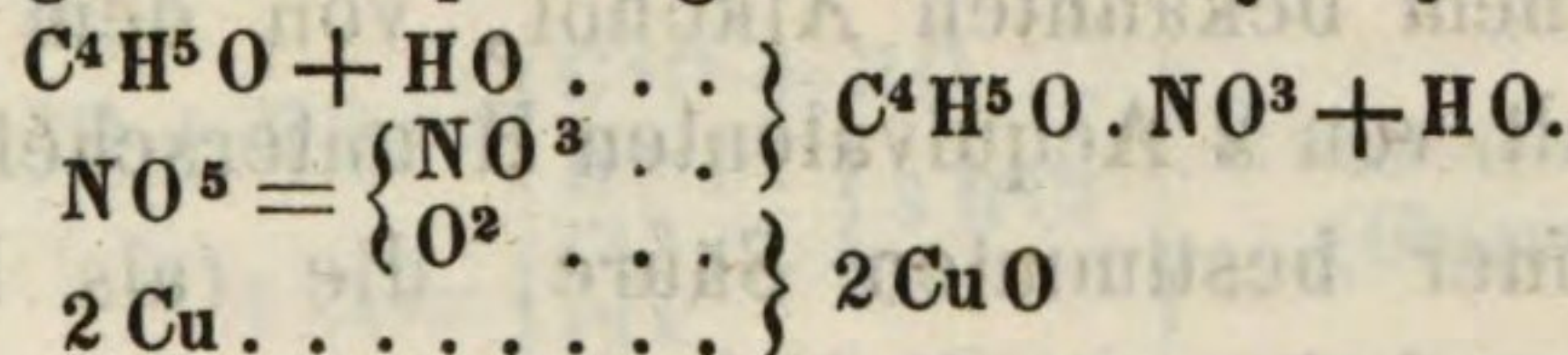
Schwefelsäureäther entsteht, wenn wasserfreie SO^3 mit Aether zusammenkommt. Wird beim Erhitzen zersetzt.

Durch Vermischen von $\text{AeO} + \text{HO}$ mit concentrirter SO^3 bildet sich Aetherschwefelsäure $= \text{AeO} \cdot \text{SO}^3 + \text{HO} \cdot \text{SO}^3$.

Salpetersäure mit Alkohol der Destillation unterworfen, erhält man den gemeinen Salpeteräther, d. i. salpeterigsaures Aethyloxyd, in Begleitung mit Aldehyd = $C^4H^4O^2$, welcher in Weingeist gelöst, den Salpeterätherweingeist bildet:

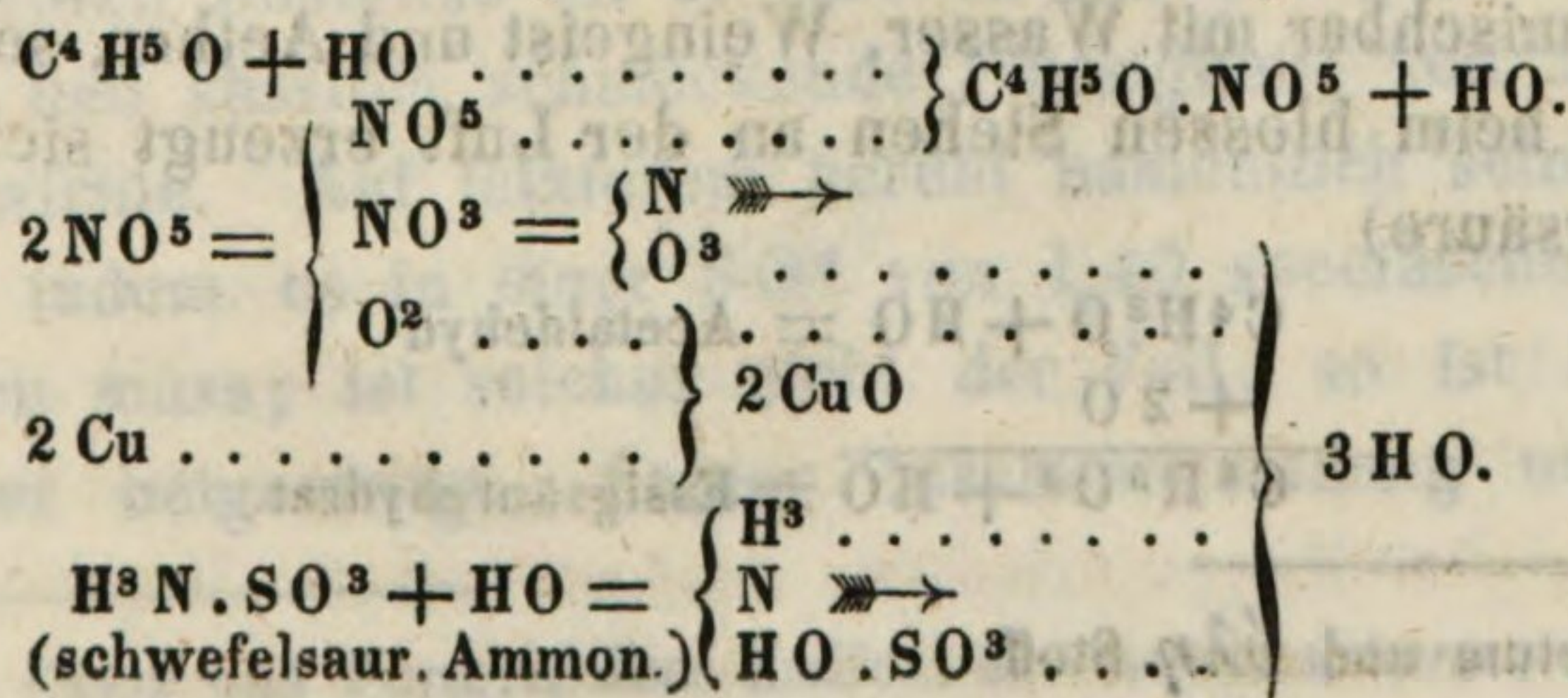


Zur Darstellung von salpeterigsaurem Aethyloxyd, frei von Aldehyd, giesst man die Mischung von gleichen Theilen Weingeist und Salpetersäure auf blankes Kupfer, welches den Sauerstoff der Salpetersäure aufnimmt, wodurch der Alkohol nicht zersetzt, kein Wasser gebildet und also gleich salpeterigsaures Aethyloxyd dargestellt wird.



Mit AlKohol gemischt, wird dieser Aether als sogenannter *Spiritus nitri dulcis* in der Arzneikunde angewandt (das Beiwort „versüsst“, *dulcis*, ist bei den Aetherarten überhaupt die alte pharmaceutische Bezeichnung für verdünnt mit Alkohol).

Das salpetersaure Aethyloxyd = $AeO \cdot NO^5$ kannte man lange Zeit gar nicht; es ist specifisch schwerer als Wasser, und bildet eine farblose, angenehm riechende Flüssigkeit, die bei $85^\circ C$. siedet, und welche man dadurch erhält, dass man der oben genannten Mischung schwefelsaures Ammoniak oder Harnstoff zusetzt, wodurch nämlich sogleich die etwa vorhandene oder auftretende salpeterige Säure zerstört und das Zustandekommen und Unzersetzbleiben des salpetersauren Aethers gestattet wird.



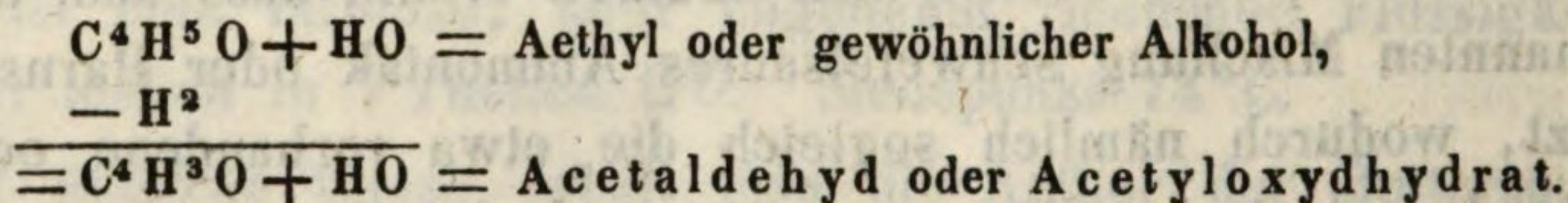
Salzsäure bildet mit Weingeist das Chloräthyl, AeCl , eine bei 12°C . siedende Flüssigkeit, sogenannter leichter Salzäther.

Alkohol, $\text{C}^4\text{H}^5\text{O} + \text{HO}$, mit oxydirend wirkenden Körpern (z. B. MnO^2) in Berührung, so werden demselben 2 Aequivalente H aus dem Radical entzogen und es entsteht Aldehyd (*Alkohol dehydrogenatus*) $= \text{C}^2\text{H}^3\text{O} + \text{HO}$.

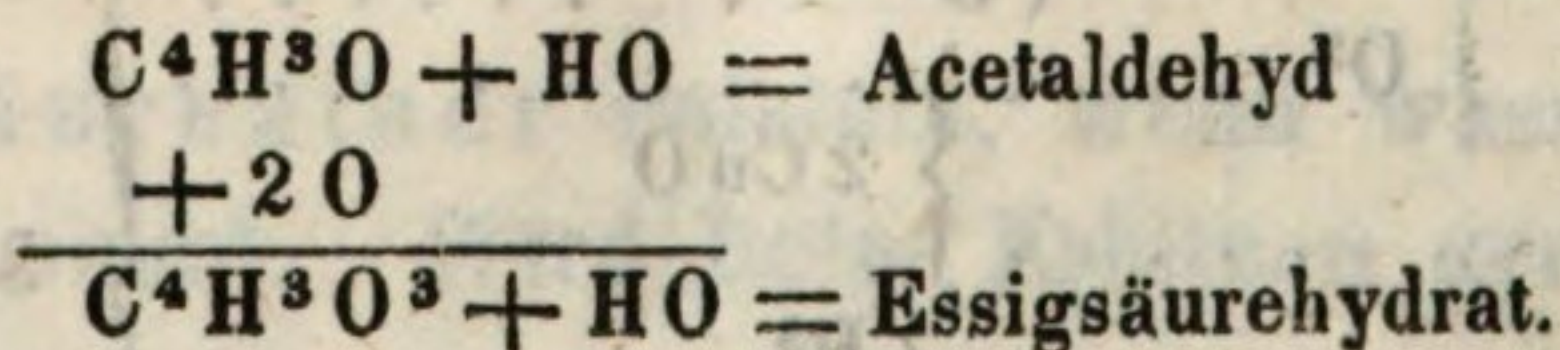
In dem Aldehyd ist diesem nach das Radical: C^4H^5 , das Aethyl, nicht mehr enthalten, sondern es ist daraus ein einfacheres, um 2 Aequivalent Wasserstoff ärmeres Radical entstanden, das Acetyl*): C^4H^3 , dessen Oxydhydrat: $\text{C}^4\text{H}^3\text{O} + \text{HO}$ der Aethylaldehyd ist.

Der Hauptcharakter der ächten Aldehyde liegt 1) eben in ihrer Beziehung zu einem bekannten Alkohol, von dem sie sich durch einen Mindergehalt von 2 Aequivalenten H unterscheiden, 2) in ihrer Beziehung zu einer bestimmten Säure, die (als Hydrat) einfach durch einen Mehrgehalt von 2 Aequivalenten Sauerstoff von dem entsprechenden Aldehyd verschieden ist. Die Aldehyde sind ausgezeichnet durch ihre grosse Neigung zur höheren Oxydation (Säurebildung), daher sie beim Erwärmen mit Silberoxydlösungen Silber metallisch abscheiden, und mit Ammoniak krystallinische Verbindungen liefern (Aldehydammoniak).

Wir haben daher:



Es ist diese Verbindung eine farblose, ätherähnlich riechende Flüssigkeit, mischbar mit Wasser, Weingeist und Aether, sehr brennbar. Schon beim blossen Stehen an der Luft erzeugt sich Acetylsäure (Essigsäure)

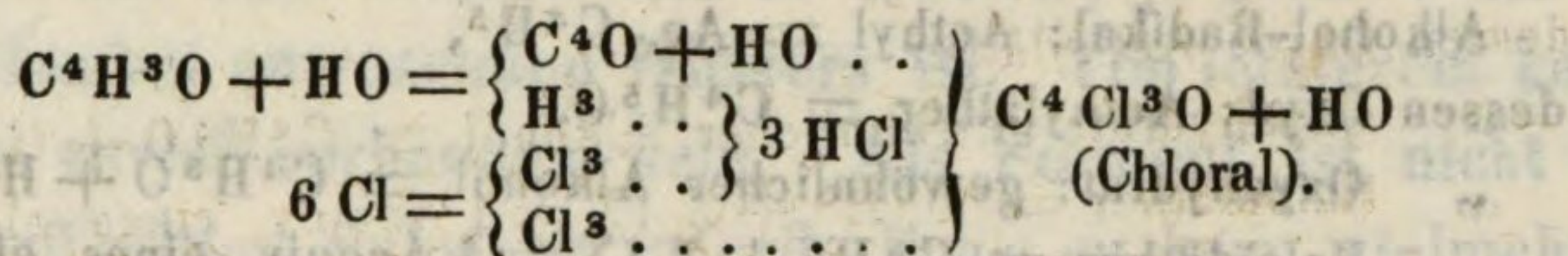


*) Von acetum und ὕλη Stoff.

Wahrscheinlich entsteht er überall, wo der Aethylalkohol zu Essigsäure wird, die erste Zwischenstufe, und der erfrischende Geruch mancher Essige mag neben Essigäther öfters auch von Aldehydspuren herrühren. Seine Dämpfe scheinen beim Einathmen dem Aether ähnlich zu wirken, erregen aber daneben noch Brustkrampf und Bangigkeiten.

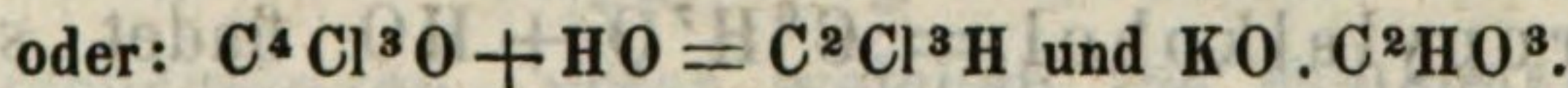
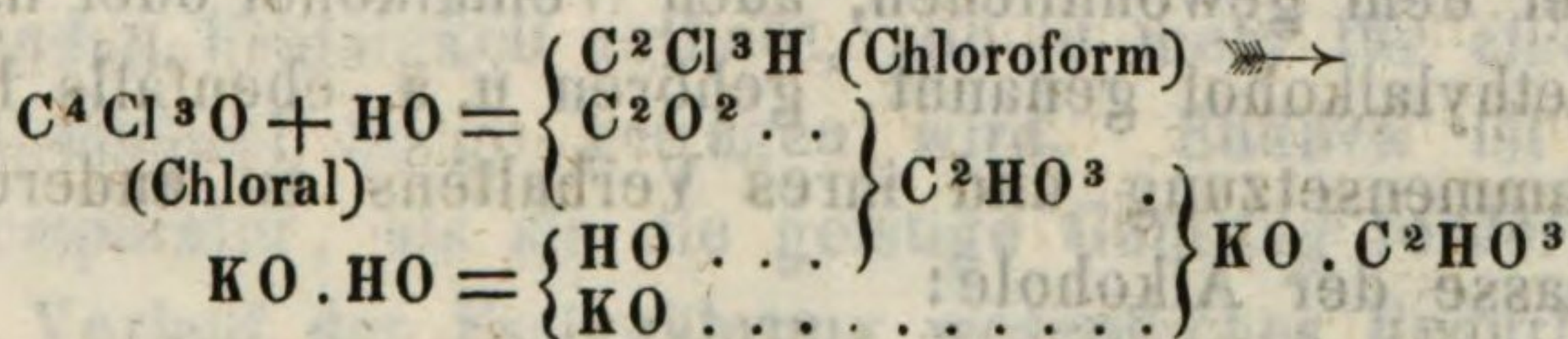
Die Leichtigkeit, mit welcher der Acetaldehyd beim Erwärmen das Silberoxyd reducirt, hat Veranlassung gegeben, ihn zum Versilbern anzuwenden. Seine Verharzung mit Kalihydrat ist Ursache der rothbraunen Färbung älterer alkoholischer Kalilösungen (*Tinctura Kalina*), indem sich aus dem Alkohol allmählig Aldehyd bildet.

Aldehyd vollkommen gesättigt mit trockenem Chlorgas, entsteht Chloral und Salzsäure:



Das Chloral ist sonach nichts anderes als Aldehyd, in welchem H durch Cl vertreten ist.

Eigenschaften: Farblose, ölige Flüssigkeit, fast geschmacklos von starkem Geruche, in Wasser, Weingeist und Aether löslich. Mit Alkalien in Berührung entsteht Chloroform*) und Ameisensaures Kali:



Im reinen Zustande ist es eine farblose, angenehm ätherartig riechende und süsslich schmeckende Flüssigkeit; von 1,48 specifischem Gewichte. Auf letzterem beruht namentlich seine Prüfungsmethode, indem es in einer SO^3 von 1,40 specifischem Gewichte untersinken muss; ist solches nicht der Fall, so ist ihm Alkohol und Aether beigemischt. Seiner Zusammensetzung nach ist also

*) Aus Chlor und Formyl, dem Radical der Ameisensäure.

das Chloroform nichts anderes, als Ameisensäure, in welcher der Sauerstoff vertreten ist durch Chlor. Es brennt schwierig mit grünlicher Flamme. Wenn es in Dampfform in die Lungen gelangt, so stumpft es das Gefühlsvermögen ebenso stark als der Aether ab; riecht weit angenehmer als dieser, und hat daher den Aether für solche Inspirationszwecke nahezu ganz verdrängt. In neuester Zeit hat man das Chloroform auch dazu benützt, um (bei Entfernung des Honigs aus den Bienenstöcken) die Bienen zu narkotisiren. Selbst auf reizbare Pflanzen und Pflanzentheile wirkt es oft abstumpfend.

Schliesslich können wir also folgendes Schema für den Aethylalkohol und dessen Ableitungen aufstellen:

Alkohol-Radikal: Aethyl = Ae, C^4H^5 ,

dessen Oxyd: Aethyläther = C^4H^5O ,

„ Oxydhydrat: gewöhnlicher Alkohol = $C^4H^5O + HO$,

„ Haloidäther = $C^4H^5 + X$ ($X = 1$ Aequiv. eines elektronegativen Radicals).

„ Sauerstoffäther = $C^4H^5O + S$ ($S = 1$ Aequiv. Sauerstoffsäure).

„ Aldehyd-Radical = C^4H^3 (Acetyl),

„ Aldehyd: Acetaldehyd = $C^4H^3O + HO$,

„ Säure: Acetylsäure = $C^4H^3O^3 + HO$ (Essigsäure).

Ausser dem gewöhnlichen, auch Weinalkohol oder nach seinem Radical Aethylalkohol genannt, gehören u. a. ebenfalls hinsichtlich ihrer Zusammensetzung und ihres Verhaltens zu anderen Körpern zu der Klasse der Alkohole:

Der Propylalkohol = $C^6H^7O + HO$ findet sich in den Rückständen von der Destillation des Tresterbranntweins.

Der Butylalkohol = $C^8H^9O + HO$ kommt in demjenigen Theil des Kartoffelfuselöls vor, der zwischen 108° und 118° C. siedet.

Der Amyloalkohol = $C^{10}H^{11}O + HO$ ist das reine Kartoffelfuselöl, das bei der geistigen Gährung von stärke-mehlhaltigen Substanzen als Nebenproduct abgeschieden wird. In grossen Brennereien wird er in solcher Menge erhalten, dass er z. B. im Magdeburgischen zum Speisen von Lampen, wie fettes Oel, benützt wird.

Wie dem Aethylalkohl entspricht jedem dieser Alkokol ein Aether, ferner ein Aldehyd und endlich eine Säure; z. B.

Amylalkohol — Amyläther — Aldehyd des Amylalkohol — Baldriansäure.

B. Saure oder Essiggährung.

Die Bedingungen, unter welchen die saure oder Essiggährung d. h. die Oxydation des Weingeistes in Flüssigkeiten zu Essigsäure vor sich geht, sind a) Gegenwart von Weingeist, b) eine hinreichende Menge Wassers, c) ein Ferment, d) Luftzutritt und e) eine Temperatur zwischen 30 und 40° C. Jede Flüssigkeit, welche Weingeist enthält, ist der sauren Gährung fähig und diese tritt um so schneller ein und verläuft um so rascher, je grösser die Quantität des nebenbei anwesenden Wassers ist. Von letzterem kann daher niemals zuviel vorhanden sein. Als Ferment ist nicht gerade eine stickstoffhaltige Substanz erforderlich; es kann vielmehr jeder Körper, der schon fertige Essigsäure enthält, angewendet werden, namentlich Essig, Essigmutter, d. i. die gallertige Substanz, welche sich aus dem Essig absetzt, Sauerteig, in Essig gekochtes Schwarzbrot u. s. w. Zutritt der Luft ist unumgänglich und während der ganzen Gährung nothwendig; ja es geht diese um so leichter und schneller von statten, je grösser die Oberfläche ist, welche man der gährenden Flüssigkeit ertheilt, und je mehr für einen beständigen Luftwechsel Sorge getragen wird. Endlich ist eine weit höhere Temperatur, als sie die geistige Gährung fordert, für den günstigen Verlauf der Essiggährung wesentliches Bedürfniss.

Die Erscheinungen, unter welchen die Essiggährung eintritt, sind fast dieselben, wie bei der geistigen Gährung, nur mit dem Unterschiede, dass keine Kohlensäureentwicklung stattfindet, oder doch nur dann, wenn in einer gährenden Flüssigkeit noch unersetzter Zucker vorhanden ist, der erst in Zucker verwandelt werden muss. Die klare Flüssigkeit wird nämlich trübe, die Temperatur derselben erhöht sich, auf ihrer Oberfläche bildet sich eine kohnige Haut, und eine gallertartige Masse, die Essigmutter, setzt sich ab. Durch die bereits vorhandene Essigsäure wird der Weingeist all-

mählig mitzersetzt; ein Theil H verbindet sich mit O der Luft zu HO, — das Aethyl = C^4H^5 verwandelt sich in Acethyl = C^4H^3 , dieses geht dann unter weiterer Aufnahme von O und HO zuerst in Aldehyd = $C^4H^3O + HO$ und dann in Acetylsäure, d. i. Essigsäure = $C^4H^3O^3 + HO$ über. Die gegohrene Flüssigkeit heisst dann Essig, und enthält neben Essigsäure und HO auch noch geringe Mengen von Weingeist, Weinsäure, Citronensäure, Zucker, Gummi, Extractivstoff u. s. w., die schon vorher in der Flüssigkeit vorhanden waren und bei der Gährung derselben unverändert geblieben sind.

Aeltere Methode der Essiggewinnung. Schnelllessigfabrikation.

Nach den Materialien, aus welchen der Essig verfertigt wird, unterscheidet man Weinessig, Bieressig, Obstessig und Branntweinessig.

Prüfung eines Essigs auf seinen Essigsäuregehalt; — auf einen betrügerischen Zusatz an Schwefelsäure.

Zweite Klasse.

Producte der Zersetzung organischer Körper durch Einwirkung der Wärme.

Eine Reihe von organischen Körpern verflüchtigen sich (verdampfen) beim Erwärmen unzersetzt. Durch blosse Temperaturerhöhung können sie nur dann zerlegt werden, wenn sie durch lange, weissglühende Röhren geleitet werden, wobei sie, je nach ihrer Zusammensetzung, in Kohle, Kohlenwasserstoff, Kohlensäure, Wasser und Wasserstoff zerfallen können. Die nicht ohne Zersetzung verdampfenden, organischen Substanzen zersetzen sich in den gewöhnlichsten Fällen bei einer Temperatur zwischen 100 und 200° C. Das erste Zeichen der Zersetzung ist eine Färbung in's Gelbe bis Braune und oft die Ausgabe von Wasserdämpfen. Mit jener Farbenveränderung beginnt der sogenannte Röstungsprocess, von dem schon im gemeinen Leben bei der Kaffee-, Braten-, Malz-, Karamel-Bereitung u. s. w. vielfache Anwendung gemacht wird. Nach Reichenbach entwickelt sich bei dem Rösten und Braten von pflanzlichen und thierischen Nahrungsmitteln ganz allge-

mein ein bitterer Stoff, der, in geringeren Mengen den Speisen beigemengt, denselben den gewünschten Röstgeschmack ertheilt. Er nennt diesen Stoff Assamar (von *assare* rösten, und *amaris* bitter). Dieses Assamar ist geruchlos, schmeckt angenehm bitter, ist bernsteingelb und schmilzt beim Erhitzen; seine Zusammensetzung ist noch nicht ausgemittelt.

Sollte es gelingen, diesen Stoff auf einfachere Weise in grösserer Menge wohlfeil darzustellen, so wäre für die Kochkunst eine werthvolle Entdeckung gemacht. Mit dem weiteren Erhitzen erwachen die vorher gleichsam schlummernden, unorganischen Verwandtschaften und zwar machen sich dann namentlich die Affinitäten des Sauerstoffes zu dem Kohlenstoff und Wasserstoff geltend, wenn die Substanz aus diesen drei Elementen besteht. Es entweichen nun zuerst sauerstoffreiche Verbindungen, so Essigsäure, sogenannte Brenzsäuren, Kohlensäure, zuweilen geistige Flüssigkeiten (Holzgeist, Brenzessiggeist u. s. w.) neben Wasser. In einer späteren Zeit treten dann brandig riechende Verbindungen von Kohlenstoff und Wasserstoff auf, unter der Form von Oelen (brenzliche oder empireumatische Oele), zuweilen auch unter der Form von schwer verdichtbaren Gasen; in manchen Fällen enthalten diese Kohlenwasserstoffe noch etwas Sauerstoff, wohin z. B. das Kreosot gehört. Zurückbleibt bei dem fortgesetzten Erhitzen gewöhnlich eine unreine Kohle, sammt den unorganischen, nicht flüchtigen Verbindungen, die etwa mit der erhitzten organischen Substanz verbunden oder gemengt gewesen waren. Auf diesem Erhitzen von stickstofffreien Stoffen bei abgeschlossenem Luftzutritt (der sogenannten trockenen Destillation*) beruhen mehrere technische Processe von grosser Wichtigkeit, z. B. die Darstellung des Holzessigs, die Theerschwellerei, die Gewinnung des Kautschucköls, Leuchtgases und der verschiedensten Arten von Kohle etc.

Während die Erzeugnisse der trockenen Destillation stickstoff-

*) Die trockene Destillation wird vorzüglich mit organischen Körpern ausgeführt; sie ist der Schlüssel zur Kenntniss des inneren Baues der Körper, man nennt sie auch zerstörende Destillation, weil hier wirklich die Körper zerstört, verkohlt werden.

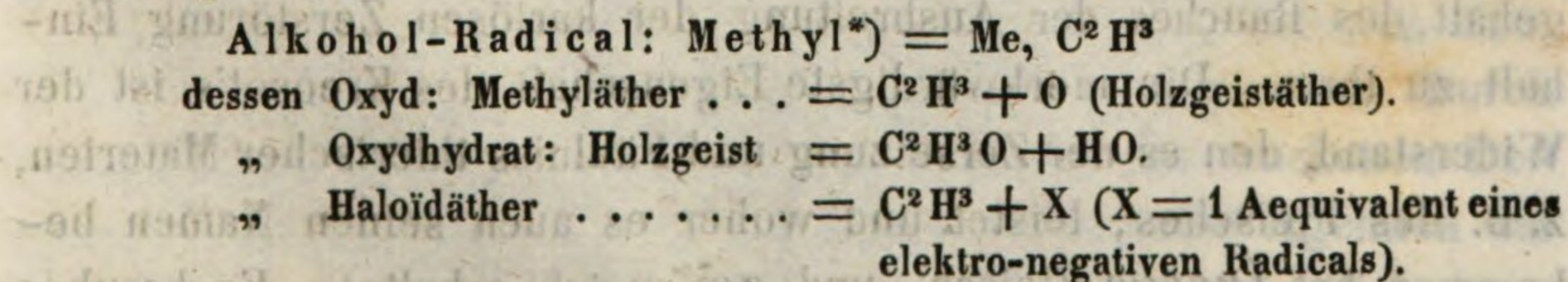
freier Körper meist sauer reagiren, zeigen die Erhitzungsproducte bei stickstoffhaltigen Substanzen meist alkalische oder neutrale Reaction. Dieses rührt gewöhnlich daher, dass in höherer Temperatur der Stickstoff eine grosse Neigung besitzt, sich mit dem Wasserstoff der organischen Substanz zu dem flüchtigen Alkali, Ammoniak, zu verbinden. Neben dem letzteren werden zwar immer einige Säuren, wie Kohlensäure, Essigsäuren u. s. w. gebildet, doch überwiegt meist das Ammoniak, und das kohlensaure Ammoniak reagirt ebenfalls alkalisch. Das kohlensaure Ammoniak wird auf diese Weise, mit brenzlichen Producten verunreinigt, im Grossen aus thierischen Abfällen durch trockene Destillation erhalten. Untergeordnet treten zuweilen auch flüchtige organische Salzbasen bei der Erhitzung stickstoffiger Körper auf, wahrscheinlich gepaarte Ammoniak-Kohlenwasserstoffe. Häufig, besonders bei Gegenwart gewisser unorganischer Basen, entstehen dabei noch Cyanverbindungen.

Holzgeist oder Methylalkohol.

Er besteht aus $C^2H^3O + HO$ und tritt in der wässerigen Flüssigkeit auf, welche bei der trockenen Destillation des Holzes zuerst erhalten wird; er ist darin begleitet von Essigsäure, Aceton, brenzlichen Oelen u. a. Durch Sättigen mit Kalkhydrat scheidet sich ein Theil des brenzlichen Oels von ihm ab und wird die Essigsäure gebunden. Wird die Flüssigkeit nachher destillirt, so liefert sie den sogenannten rohen Holzgeist des Handels; dieser kann erst durch etwa 6 malige Rectification über frischen Kalk von den noch anhängenden Brandölen befreit und farblos werden. Noch aber sind ihm andere geistige Flüssigkeiten beigemengt, nämlich der sogenannte Mesit und Xylit, die man erst durch die Bindung des Holzgeistes an Chlorcalcium entfernen kann. Dieses Salz bildet nämlich mit Holzgeist eine sehr beständige Verbindung, die bei $100^\circ C.$ noch nicht zerlegt wird und so durch Destillation bei $100^\circ C.$ die anderen Beimengungen vollends entfernen lässt. Nach diesem zersetzt man die in der Retorte zurückgebliebene Holzgeist-Chlorcalciumverbindung durch Erhitzen mit Wasser und fängt das Oel so lange auf, als es Wasser nicht trübt. In dem

natürlich vorkommenden ätherischen Oele der *Gaultheria procumbens* findet sich höchst merkwürdiger Weise eine Aethylätherverbindung, aus welcher durch Destillation mit wässerigem Kali ebenfalls Holzgeist gewonnen werden kann. Kolbe ist es gelungen, durch den galvanischen Strom aus der Essigsäure einen Kohlenwasserstoff abzuscheiden, der als das Radical des Holzgeistes, Methyl, angesehen werden kann. Es ist ein farbloses Gas, das in Wasser unlöslich, geschmack- und geruchlos ist und mit bläulicher, schwach leuchtender Flamme brennt; Alkohol löst davon ungefähr sein Volumen auf; von wasserfreier SO^3 wird es nicht absorbirt. Wahrscheinlich wird durch Kalium aus Cyanäthyl ebenfalls Methyl gewonnen, also wieder Uebergänge zwischen den zwei wichtigsten Alkoholreihen; das Methyl ist dem Grubengas am ähnlichsten, unterscheidet sich aber leicht von demselben durch seine Auflöslichkeit in Alkohol. Der Holzgeist ist in fast allen Eigenschaften, gleich wie in seiner Constitution, eine dem Aethylalkohol höchst analoge Flüssigkeit, deren Nachweis zuerst zur Aufstellung einer Familie der Alkohole Veranlassung gab. Er hat einen ähnlichen Geruch, brennenden Geschmack, ist durchaus neutral, von 0,79 specifischem Gewichte, brennt ebenfalls mit blauer Flamme und wird in England bei der dortigen hohen Branntweinsteuer, gerade wie bei uns gemeiner Alkohol, zum Speisen von Lampen verwendet. Seine Mischbarkeit mit anderen Flüssigkeiten und seine lösende Kraft sind durchaus dieselben, wie beim Aethylalkohol. Eben so zersetzt er sich in übereinstimmender Weise mit letzterem, nur dass natürlich wegen der Verschiedenheit seines Radicals die analogen Zersetzungserzeugnisse ihre gewissen Eigenthümlichkeiten zeigen.

Folgendes Schema stelle den Methylalkohol und dessen Ableitungen dar:



*) Von μέθυ Wein, und ὕλη Wald oder Holz, weil Radical des sogenannten Holzgeistes.

- dessen Sauerstoffäther = $C^2H^3O + S$ ($S = 1$ Aequiv. Sauerstoffsäure).
 „ Aldehyd-Radical = C^2HO (Formyl).
 „ Aldehyd: Formaldehyd . . . = $C^2HO + HO$.
 „ Säure: Formylsäure . . . = $C^2HO^3 + HO$ (Ameisensäure).

Holzessig, ebenfalls ein Product der trockenen Destillation organischer Substanzen, enthält ausser Essigsäure noch einen geistigen Körper, Holzgeist (siehe oben) und besitzt wegen verschiedener anderer, ihm anhängender brenzlicher Producte (Kreosot u. s. w.) einen unangenehmen Geruch und Geschmack und eine dunkle Farbe, verdankt aber diesen Producten seine Eigenschaft, organische Stoffe vor der Fäulniss zu schützen; von diesen, ihm anhängenden Nebenbestandtheilen befreit, kann er von dem durch Gährung entstandenen nicht mehr unterschieden und wie dieser auf ähnliche Weise angewendet werden.

Kreosot = $C^{28}H^{16}O^4$.

Das Kreosot ist ein Erzeugniss der trockenen Destillation sehr zahlreicher, sowohl stickstofffreier als stickstoffhaltiger Körper; im rohen Holzessig findet sich etwa 1%, im Theer von Buchenholz soll es bis zu 25% vorkommen. Es ist eine farblose Flüssigkeit von durchdringendem Rauchgeruche und ätzend brennendem Geschmacke; es zerstört Epithelium und Epidermis und ist für Thiere und Pflanzen giftig. Von seinem Entdecker wurden seine Heilkräfte hoch empfohlen, das Urtheil der Erfahrung darüber ist aber jetzt ein weniger günstiges; es koagulirt Eiweiss und kann so als blutstillendes Mittel in Betracht kommen, doch ist auch diese seine Wirkung nicht bedeutend. Am häufigsten wendet man es noch bei kariösen Zähnen an; starkes Rauchen scheint durch den Kreosotgehalt des Rauches der Ausbreitung der kariösen Zerstörung Einhalt zu thun. Die merkwürdigste Eigenschaft des Kreosot's ist der Widerstand, den es der Zersetzung und Fäulniss thierischer Materien, z. B. des Fleisches, leistet und woher es auch seinen Namen bekommen hat ($\kappa\rho\acute{\epsilon}\alpha\varsigma$ Fleisch, und $\sigma\omega\tilde{\zeta}\omega$ ich erhalte). Es beruhen die conservirenden Kräfte des Rauches (beim Einräuchern des Fleisches u. A.), sowie mancher Theerarten und Brandöle (die bei

der Einbalsamirung zuweilen in Anwendung kommen) wohl hauptsächlich auf dem Kreosotgehalte beider. Fleisch und andere thierische Gewebe werden durch $\frac{1}{4}$ stündiges Eintauchen in Kreosot auf lange Zeit vor Fäulniss geschützt.

Das reine Kreosot bricht das Licht sehr stark, hat ein specifisches Gewicht von 1,03 und siedet bei 207° ; bei -20° ist es noch nicht fest. 1 Theil löst sich in 100 Theilen kalten und 25 Theilen kochenden Wassers. In Alkohol, Aether, Oelen und Essigsäure ist es leicht löslich. Es löst Jod, Schwefel und manche Salze auf; — reducirt beim Erhitzen einige edle Metalloxyde. Fast alle Alkaloide und organischen Säuren lösen sich darin. Mit Salzsäure und chlorsaurem Kali erhitzt, liefert es das Chloranil. Seine eigentliche Constitution ist nicht mit Sicherheit festgestellt.

Das Eupion (von $\epsilon\upsilon$ gut, und $\pi\acute{\iota}\omicron\nu$ Fett) ist der stete Begleiter des Kreosot's in den Producten der trockenen Destillation. Es besteht aus C^5H^6 und stellt ein farbloses, angenehm riechendes, ätherisches Oel dar, welches ganz indifferent, in Wasser unlöslich, in Aether leicht löslich ist.

Das Paraffin = $C^{24}H^{24}$, das sich fast immer in den Producten der trockenen Destillation findet, weil es durch Erhitzen nicht zersetzbar ist, hat seinen Namen aus *parum* und *affinis*) daher erhalten, weil es zu gar keinem anderen Stoffe eine Verwandtschaft zeigt. Es krystallisirt in farblosen, glänzenden Nadeln, ist geschmack- und geruchlos, von 0,87 specifischem Gewichte und schmilzt bei 43° .

Das Naphthalin = $C^{20}H^8$ ist ein Kohlenwasserstoff, der im Steinkohlentheer, im Russ, in den Producten der trockenen Destillation des Pech's, Kampfers, benzoësauren Kalk's und auch sonstiger Körper immer dann vorkommt, wenn die organischen Materien einer sehr hohen und andauernden Erhitzung unterworfen wurden. Durch mehrmals wiederholte Destillation der Producte der trockenen Destillation selbst, oder durch den Einfluss oxydirender Agentien auf dieselben (z. B. durch Chlor) wird seine Menge beträchtlich vermehrt. Es krystallisirt in farblosen, dünnen, rhombischen Blättchen, riecht etwas aromatisch, wiegt 1,04, schmilzt bei 79° und siedet

bei 212°. In kochendem Wasser löst sich eine kleine, in Alkohol und Aether eine beträchtliche Menge davon auf. Einige Säuren lösen auch etwas Naphtalin unter röthlicher Färbung. Selbst in sehr hoher Temperatur erleidet es keine Veränderung, und gerade deshalb, weil es zu den feuerbeständigen und zugleich flüchtigen organischen Körpern gehört, bildet es sich so allgemein, wenn organische Materien bei abgeschlossener Luft äusserst stark erhitzt werden. Es ist schwer verbrennlich, brennt aber angezündet, wegen seines hohen Kohlenstoffgehaltes (94%) mit stark russender Flamme.

A n h a n g.

A n d n g

Kurzgefasste**Geschichte der Chemie*).**

Die Völker des Alterthums hatten nur vereinzelte chemische Kenntnisse und verstanden sich hauptsächlich auf die Bearbeitung der Metalle und die Bereitung der Farbstoffe; aber von einem Zusammenhange ihres Wissens oder dem Streben nach einem solchen findet sich nirgend eine Spur.

So besaßen die Aegyptier, als in dieser Beziehung das älteste Volk, die Kunst, die Metalle durch Ausschmelzen zu gewinnen, sie konnten verschiedene Farben bereiten, sie waren im Stande, thierische Körper vor Fäulniss zu bewahren, wovon ihre hinterlassenen Mumien den sprechendsten Beweis geben; sie bereiteten viele Arzneien, sie kannten die Ziegelbrennerei, sie waren im Besitze von wenigstens einem Theile der Gährung, denn sie bereiteten wie durch Tradition nachgewiesen, ein Getränk, das unserm heutigen Bier in ungehopftem Zustande nahe war, sie kannten die Soda, den Alaun, den Salmiak, das Kochsalz und Bleiweiss, den Grünspan, den Essig, die Seife; sie bemalten Töpferwaaren, ferner waren ihnen die Eigenschaften und Anwendungen des Schwefels ausführlich bekannt u. s. w.

Die Phönicier kannten vorzüglich die Eigenschaften des Zinns und seine Anwendungen, ferner waren sie im hohen Grade im Besitze der Farbenbereitung und besonders der rothen Farben, daher auch bei ihnen die buntgefärbten Kleider häufig angetroffen werden u. s. w.

Die Griechen und Römer holten ihre Kenntnisse von den beiden genannten vorhergehenden Völkern. Erstere suchten vorzüglich das Bekannte zu vervollkommen und trachteten nach den Grundstoffen, aus welchen die Materie besteht.

*) Unter Benützung von Kopp's Geschichte der Chemie.

Diese Frage hat überhaupt alle Völker beschäftigt und die Belege ihres geistigen Schaffens, die seit den ältesten Zeiten her bis auf uns gekommen sind, belehren uns, dass die Lösung bei Persern, Aegyptiern, Indiern und Griechen viel Aehnlichkeit enthält. Bald war es ein Urstoff, der die Körper bildete, bald waren es mehrere. Von den Griechen, die unter allen Völkern des Alterthums am höchsten in der wissenschaftlichen Bildung stiegen, besitzen wir zahlreiche Schriften, die uns auch über diesen speciellen Gegenstand hinreichende Einsicht gewähren. Thales (600 v. Chr. G.) sprach es zuerst bestimmt aus, dass das Wasser, weil es für die Entwicklung aller Wesen nothwendig, der Grundstoff aller Dinge sei. Nach ihm waren Pflanzen und Thiere nur verdichtetes Wasser in verschiedenen Formen, und wie die Bibel uns lehrt, dass alle organischen Wesen von Erde seien und zu dieser zurückkehren, verkündete Thales, dass Pflanzen und Thiere sich nach ihrem Absterben wieder in Wasser verwandeln. Auf die Ansicht des griechischen Philosophen war gewiss der stete Anblick des unendlichen Meeres, welches die fruchtbaren Küsten seines Vaterlandes Jonien bespült und Asien von Europa trennt, nicht ohne Einfluss. Jeder Stütze durch Thatsachen entbehrend, mussten die Ansichten der Philosophen über die Natur der Dinge verschieden sein. Bald nach Thales stellte Anaximenes (557 v. Chr. Geb.) den Satz auf: „Alles ist aus der Luft entstanden und muss wieder zu Luft werden.“

Noch heute erregen diese kühnen Folgerungen, die keine Belege, keine Beweise beibringen konnten, unser Erstaunen, denn nach vier und zwanzig Jahrhunderten treten sie uns wieder, freilich in veränderter Form, vor Augen.

Von den Griechen stammt auch die Aufstellung von 4 Elementen, nämlich der Luft als Agens der Gasarten, des elastisch-flüssigen Zustandes, — des Wassers als Agens der flüssigen Körper, — der Erde für den festen oder starren Zustand und das Feuer für Licht, Wärme und Electricität. Aristoteles hat noch ein fünftes Element aufgestellt, welchem er den Namen *Essentia quinta* gab und als Urstoff aller Körper betrachtete, der in unbestimmter Qualität und Quantität vorhanden und allen Materien zu Grunde liegt. Ob diese Annahme dem Aristoteles eigenthümlich angehört oder ob sie schon vor ihm von andern Philosophen ausgesprochen worden, lässt sich nicht bestimmen. Neu war sie jedoch nicht, denn in den ältesten Schriften der Indier finden wir sie bereits verzeichnet. Ein gleiches Ansehen hat keine Lehre gefunden. Bei sämtlichen Völkern, die sich nur irgend mit Wissenschaft beschäftigten, gelangte sie fast für Jahrtausende zur

unumschränkten Herrschaft und selbst in unsern Tagen sind die vier Elemente des Aristoteles dem grösseren Publikum bekannter, als das, was die Chemie heute unter dieser Bezeichnung versteht.

Erst vier Jahrhunderte n. Chr. *) kam aus dem Lande, dessen Priester also mit den Naturkräften vertrauter waren, aus Aegypten, die Kunde von einer dort getriebenen geheimnissvollen Kunst, welche nach dem uralten Namen Aegyptens Chemia, d. h. ägyptische Kunst, genannt wurde und sich zur Aufgabe stellte, die unedlen Metalle in Gold zu verwandeln. Es galten die Metalle damals für zusammengesetzte Körper und man suchte einen Stoff, den Stein der Weisen, welcher das Vermögen besitze, die unedlen Metalle in Gold zu verwandeln. Das Bestreben, diesen Stoff ausfindig zu machen, ging nach der Eroberung Aegyptens durch die Araber zu diesen über, welche der Goldmacherskunst den Namen Alchemie gaben. Diese Kunst hiess ausserdem heilige oder göttliche Kunst, ägyptische oder hermes'sche Kunst, weil *Ἑρμῆς τοῖς μέγιστος* **) als der Erfinder dieser Kunst genannt wird.

Die Anhänger dieser Kunst nannte man Alchymisten, Philosophen oder Spagyriker; diese Namen führten jedoch nur diejenigen, welche sich mit dieser Kunst auch wirklich beschäftigten, diejenigen dagegen, die blosser Kenntnisse von derselben besaßen, hiessen Adepten.

Ihr oberster Grundsatz war:

„Alle Metalle sind zusammengesetzt aus Schwefel und Quecksilber.“

Die Mittel, die unedlen Metalle in edle überzuführen, nannten sie Medicinen.

Der Inhalt ihrer Gesamtlehren lässt sich auf folgende drei Hauptsätze zurückführen:

*) Das älteste, seit 400 Jahren n. Chr. bekannte alchemistische Buch sind die „*Φυσικὰ καὶ μυστικά*“ eines sonst unbekannten Demokritos; die berühmte „Tabula smaragdina“, welche dem Hermes zugeschrieben wurde, ist erst im 11. Jahrhundert durch Hortulanus, einem damals bekannten Alchemisten, mitgetheilt worden.

**) (d. i. der dreimal grösste Hermes) ist die griechische Bezeichnung des ägyptischen Gottes Thot, der als Vermittler zwischen den Göttern und Menschen zur Personifikation des ägyptischen Priesterthums und der von diesem ausgegangenen Bildung wurde, so dass er nicht nur als Erfinder der Hieroglyphen und der Schrift überhaupt, sondern auch sämtlicher Künste und Wissenschaften galt. Die zahlreichen Schriften wurden auf ihn zurückgeführt und daher hermes'sche Bücher genannt.

1) Es gibt ein Product von fester Form und rother Farbe, welches in kleinsten Dosen angewandt im Stande ist, alle unedlen Metalle in Gold zu verwandeln. Dieses Mittel hiessen sie Stein der Weisen erster Ordnung, rothe Tinctur, Universaltinctur.

2) Dasselbe Präcipitat in kleinster Menge in Anwendung, heilt viele Krankheiten, verjüngt das Alter, verlängert das Leben, — daher der Name Universalmedicin oder grosse Panacee.

3) Es gibt noch ein zweites, dem ersten gegenüber unvollkommenes Präcipitat von weisser Farbe. Dieses nannten sie Stein der Weisen der zweiten Ordnung und gaben ihm die Kraft, alle unedlen Metalle in Silber zu verwandeln.

Dieses waren also die drei Hauptgrundsätze der alchemistischen Lehre, ihre Anhänger arbeiteten mit grösstem Fleisse und bewundernswürdiger Geduld, ihre Schreibarten sind bilderreich und geheimnissvoll.

Durch die Araber kam diese Kunst nach Spanien; Wissbegierige aus allen Ländern besuchten die dortigen arabischen Universitäten und breiteten die hier gesammelten Kenntnisse in ihrer Heimath aus.

In dem 13. Jahrhundert finden sich daher Alchemisten oder Adepten in Frankreich, Deutschland und England und bald auch in den übrigen Ländern Europas.

Als der dreissigjährige Krieg die Mittel der deutschen Fürsten erschöpft hatte, wurden an fast allen Höfen die Alchemisten gesucht, aber auch, um dem Bekanntwerden des Geheimnisses vorzubeugen, zugleich streng beaufsichtigt und bewacht. Der Apotheker Böttcher in Berlin, dessen man sich versichern wollte, weil er eine Metallverwandlung bewerkstelligt haben sollte, entfloh nach Sachsen und gestand endlich, nachdem er hier die Anfertigung des Porzellans entdeckt, dass er sich nie auf die Goldmacherkunst verstanden habe.

Als sehr berühmte Alchemisten können u. a. aufgezählt werden Pietro d'Abano geb. 1246 ist einer der berühmtesten Aerzte, Astrologen und Alchemisten seiner Zeit (Italien), Raimundus Lullus (Spanien), Arnoldus Villanovanus (Frankreich), Roger Baco (England), Albertus Magnus (Deutschland), Paracelsus de Hohenheim und Rudolph Glauber (Deutschland).

Durch Paracelsus, der jede Krankheit als eine falsche Mischung der Elemente in dem menschlichen Körper ansah, erhielten die chemischen Arbeiten eine andere Richtung, indem er die chemischen Stoffe zur Heilung von Krankheiten anwendete und so die Chemie ganz mit der Medicin verband, oder auch die Me-

dicin der Chemie unterordnete (Jatrochemie). Die in Verfolgung dieser Richtung gewonnenen chemischen Thatsachen waren endlich gegen die Mitte des 17. Jahrhunderts zahlreich und bedeutsam genug geworden, um die Chemie von der Medicin zu trennen und sie als eigene Wissenschaft auftreten zu lassen. Besonders waren es die qualitativen Erscheinungen der verschiedenen Processe, denen als den am meisten auffälligen, die Chemiker der nächsten Zeit ihre Aufmerksamkeit zuwendeten. Man liess jetzt auch die Vorstellungen von den aristotelischen und ähnlichen neu hinzugefügten Elementen fallen und suchte nach bestimmten Stoffen, welche eben in den zusammengesetzten Körpern die Träger gewisser Eigenschaften wären. Besonders wichtig für die Chemie war der Process der Verbrennung und mit seinem Verständnisse hängt die wissenschaftliche Chemie genau zusammen.

Die erste Theorie, welche die verschiedenen Verbrennungserscheinungen aus einem Principe herleitete, war die von Becher angedeutete und von Stahl*) durchgeführte sogenannte

phlogistische Theorie,

welche bis in die Mitte des 18. Jahrhunderts Eingang und Anhänger fand. Stahl leitete alle Veränderungen, welche sowohl die Metalle als auch die übrigen brennbaren Körper durch das Feuer erlitten, von einem Allen gemeinschaftlichen Bestandtheile her.

Der Inhalt dieser Lehre lässt sich auf folgende Hauptsätze reduciren:

„In allen brennbaren Körpern ist ein und derselbe Bestandtheil enthalten, welcher denselben die gemeinsame Eigenschaft der Verbrennlichkeit verleiht und Phlogiston genannt wird.“

„Ein Körper, welcher nicht brennbar ist, hat kein Phlogiston, ein leichter brennbarer dagegen viel Phlogiston.“

„Das Oxydiren der Metalle sowie die Bildung von Säuren besteht in einem Abtreiben von Phlogiston, in einer Hinwegnahme desselben, weil nämlich in beiden Fällen der Körper durch diesen Vorgang seine Verbrennbarkeit verliert.“

„Verbrannte Körper heissen daher dephlogistisirte Körper, von Phlogiston befreite.“

„Das Reduciren der Metallkalke (jetzt Metalloxyde) geschieht dadurch, dass man den dephlogistisirten Metallkalk durch einen andern phlogistonreichen Körper Gelegenheit gibt, Phlogiston aufzunehmen, also ihn wieder brennbar macht.“

*) E. Stahl, geb. 1660 zu Ansbach, gest. 1734 zu Berlin; er war gross als Lehrer, noch grösser als Arzt.

„Schwefelsäure ist demnach deflogistisirter Schwefel, die Metalle bestehen aus den Metallkalken und Phlogiston, Schwefel aus Schwefelsäure und Phlogiston etc.

In der Epoche, innerhalb welche diese Lehre fällt, hat man also ebenfalls, ähnlich der Gegenwart, alle Veränderungen und Erscheinungen auf den Verbrennungsprocess zurückgeführt, nur mit dem Unterschied, dass jetzt das Princip der Verbrennbarkeit der Materien ein anderes geworden ist.

Diese nur auf die qualitative Seite der Erscheinungen gegründete Theorie wies aber später Lavoisier*) durch eine quantitative Untersuchung der Verbrennungsproducte als unrichtig nach und entfernte das übrigens bis dahin auch niemals isolirt dargestellte Phlogiston aus der Reihe der chemischen Stoffe.

Mit Lavoisier, dem Stern der Wissenschaft der Neuzeit, beginnt ein neues Zeitalter der Chemie, eine neue Epoche in der Geschichte derselben.

Bei seinen Untersuchungen und als Bürgschaft für die Richtigkeit seiner theoretischen Ansicht finden wir hier zuerst den Gebrauch der Wage allgemeiner in Anwendung, und die quantitativen Verhältnisse als die hauptsächlichsten Anhaltspunkte zur Erklärung der Erscheinungen anerkannt.

Lavoisier zeigt mittelst der Wage, dass die Metalle beim Verkalken schwerer, und die Metallkalke bei der Rückverwandlung in Metalle leichter werden und wies den kurz zuvor von Scheele**) und Priestley***) entdeckten Sauerstoff als denjenigen Stoff nach, welcher durch seine Verbindung mit einem Metalle einen Metallkalk (von jetzt an Metalloxyd genannt) erzeugt, und durch sein Entfernen aus dem Metalloxyd dieses wieder als Metall hinterlässt. Ebenderselbe Sauerstoff erzeugt aus der Verbrennung des Schwefels, Phosphors, der Kohle u. s. w. die Schwefelsäure, Phosphorsäure, Kohlensäure u. s. w. Von dieser Zeit an darf man eigentlich erst die wissenschaftliche Chemie datiren, indem die genaue Bestimmung der Mengen der entstandenen Producte mittelst der Wage allein

*) Ant. Laurent Lavoisier, geb. 16. August 1743 zu Paris, wurde während der Schreckenszeit am 8. Mai 1794 ein Opfer der Guillotine.

**) C. Scheele, geb. 1742 zu Strahlsund, gest. 1786 zu Koeping, entdeckte ausser dem Sauerstoffgase viele organische Säuren, das Manganmetall, das Chlor, den Baryt, lehrte Zusammensetzung des Fluss-Spaths kennen, zerlegte die atmosphärische Luft etc.

***) J. Priestley, geb. 1733 zu Fieldhead, bei Leeds, gest. 1804 in Nordamerika, ist nicht nur als Philosoph, sondern auch als Physiker und Chemiker ausgezeichnet; insbesondere verdankt ihm die Chemie eine Menge der wichtigsten Entdeckungen.

eine vollständige Einsicht in den chemischen Process möglich macht. So gelang es denn auch, das Gesetz festzustellen, dass alle einfachen Elemente sich nur in gewissen Mengenverhältnissen (Aequivalenten) mit einander verbinden können, deren erste genauere Bestimmung besonders ein Verdienst Berzelius's ist.

Die aus diesen Erfahrungen hervorgegangene Lehre ist unter dem Namen

antiphlogistische Theorie

bekannt, welche ihren Hauptsätzen nach noch geltend ist und nur in Folge neuer Entdeckungen und gesteigerter Erfahrungen einige Modifikationen und Verbesserungen erlitt.

Als vorzüglichster Mitarbeiter dieser neuen chemischen Theorie, welche durch Lavoisier zur Anerkennung gebracht, sind zu nennen Guyton de Morveau*), Fourcroy**) und Berthollet***). Es wirken diese unter Lavoisier's Zeitgenossen und nächsten Nachfolgern mit besonderen Erfolgen dahin, dass das antiphlogistische System angenommen wird; sie zeichnen sich zugleich durch selbstständige Leistungen, besonders für die theoretische Chemie aus. Gleichzeitig machte die analytische Chemie grosse Fortschritte; Klaproth†) und Vauquelin††) bestimmten vorzüglich die Zusammensetzung vieler Mineralien; an sie schliesst sich Proust†††), der die Zusammensetzung der künstlichen chemischen Verbindungen genauer ermittelte. Den rein empirischen Untersuchungen dieser Chemiker über die

*) geb. 1737 zu Dijon, gest. 1816 zu Paris; ein besonderes Verdienst für ihn liegt in seinen Bemühungen für die Einführung einer rationellen Nomenklatur in unserer Wissenschaft.

**) geb. 1755 zu Paris, gest. daselbst 1809; sein Ruhm in der Chemie beruht auf der Theilnahme an der Verbreitung des antiphlogistischen Systems; er ist der Verfasser einer sehr bedeutenden Menge von Abhandlungen, welche die verschiedenartigsten chemischen Untersuchungen in sich schliessen.

***) geb. 1748 in Tailloire (Savoyen), gest. 1822 zu Arcueil bei Paris; er wurde durch ausgezeichnete Experimentaluntersuchungen ebensowohl als durch die scharfsinnigsten theoretischen Forschungen die hauptsächlichste Stütze der neuen Theorie.

†) geb. 1743 zu Wernigrode am Harz, gest. 1817 zu Berlin; erster Verkünder der antiphlogistischen Theorie auf deutschem Boden, Entdecker des Urans etc.

††) geb. 1763 in der Normandie, gestorben daselbst 1829; berühmter französischer Chemiker, der u. a. das Chrom und die Beryllerde entdeckte.

†††) geb. zu Angers 1755, gest. 1826 ebendasselbst; ihm verdanken wir die Gesetze der constanten Verhältnisse etc.

Zusammensetzung chemischer Verbindungen folgen Dalton's *) theoretische Forschungen über die Gewichtsverhältnisse der Gase und viele andere wichtige Gegenstände der theoretischen und empirischen Chemie. Eine andere Richtung in den chemischen Forschungen über die chemische Aktion des Galvanismus und was damit zusammenhängt, beginnt mit H. Davy **), neben dessen Leistungen vorzüglich noch die von Gay-Lussak ***) und Thénard †) zu nennen sind.

Die erste Wahrnehmung, dass die galvanische Electricität Verbindungen zerlegt, machten Nicholson und Carlisle 1800, indem sie unter Einwirkung jenes Agens Wasser in seine Bestandtheile zerfallen sahen. Davy war jedoch der erste, dessen geistreiche Versuche hierin mit Erfolg gekrönt sein sollten. Er liess den Strom einer galvanischen Säule vorzüglich auf solche Körper einwirken, welche bis dahin als chemisch einfach gegolten und wurde auf diese Weise der Entdecker der Metalle der Alkalien und alkalischen Erden.

Davy's chemische Leistungen stehen fast alle im Zusammenhange mit der Untersuchung des Electrochemismus, entweder indem er durch die Anwendung der Electricität neue Körper entdeckte und diese studirte, oder indem er auf Reactionen dieser neuen Körper weitere Forschungen über schon bekannte Gegenstände gründete.

Er zeigte, dass reines Wasser nur aus Wasserstoff und Sauerstoff bestehe, dass das Auftreten anderer Körper von Verunreinigungen herrührt, wenn in dem Wasser nämlich Salze oder Luft-

*) geb. 1766 in Cumberland, gest. 1844 in Manchester; besonders bekannt durch seine Untersuchungen über die Spannkraft der Dämpfe; von ihm stammt das Gesetz der Multiplenverhältnisse u. s. w.

**) Humphry Davy, geb. 1778 in Cornwall, gest. 1829 in Genf. Hat sich bleibende Verdienste erworben um die Zersetzung der Körper durch die Volta'sche Säule. Seine Untersuchungen über die Flamme führten ihn zur Construction der nach ihm benannten Davy'schen Sicherheitslampe. Auch der Anwendung der Chemie auf den Ackerbau widmete er seine Aufmerksamkeit.

***) geb. 1778 zu St. Léonard, gest. 1850 in Paris, ist einer der namhaftesten Chemiker der neueren Zeit. Unter Anderem untersuchte er die Ausdehnung der Gase durch die Wärme, fand 1805 mit A. v. Humboldt, dass das Wasser durch Vereinigung von 1 Vol. Sauerstoff und 2 Vol. Wasserstoff entsteht, und erkannte bald darauf, dass die Verbindung zweier Gase stets nach sehr einfachen Volumverhältnissen erfolgt.

†) geb. 1777 zu Nogent sur Seine, gest. 1857 als Pair von Frankreich. Er hat neben vielen anderen Untersuchungen und Verdiensten besonders die Kenntniss der Wasserstoffverbindungen bereichert.

arten aufgelöst sind, oder wenn ersteres in einem Gefässe enthalten ist, welches unter der Einwirkung der Electricität auflösliche Bestandtheile an das Wasser abzutreten im Stande ist.

Seine Arbeiten, zu den ausgezeichnetsten der damaligen Zeit gehörig, wurden überall anerkannt; das Institut von Frankreich, obgleich dieses Land damals in einen heftigen Krieg mit England verwickelt war, sprach ihm den Preis zu, welchen Napoleon für die beste Arbeit über den Galvanismus in jedem Jahre ausgesetzt hatte. Eine seiner wichtigsten Untersuchungen ist besonders die, welche er über das Chlor anstellte; er bewies durch Versuche, dass letzteres, welches bisher als eine Verbindung von Salzsäure und Sauerstoff betrachtet wurde, ein einfacher Stoff, ein Element sei. Er fügte die Beweise hinzu, dass aus Chlor nie Salzsäure durch Entziehung von Sauerstoff gebildet werden kann, dass diese Bildung nur statt hat, wenn das Chlor mit einem wasserstoffhaltigen Körper in Action tritt. Er hob hervor, wie auffallend es bei Beibehaltung der andern Ansicht ist, dass, wenn schon Salzsäure saure Eigenschaften zeigt, die Verbindung derselben mit noch mehr Sauerstoff, das Chlor, gar keine saure Reaction mehr zeigt. Davy's Beweisführung war in alledem so überzeugend, dass schon 1812 Gay-Lussak und Thénard ihr beitraten, die Mehrzahl der Chemiker folgten ihnen, bis 1820 die

electrochemische Theorie

als die allein zuverlässige anerkannt wurde, deren Hauptgrundsatz war:

„Die chemische und electricische Attraction beruht auf derselben Grundursache, Affinitäts- und electricische Erscheinungen sind nur Modificationen einer und derselben Kraft.

Alle in Vorstehendem angedeuteten Richtungen vereinigt Berzelius*), er vervielfältigt die nach jeder derselben zu erlangenden Resultate und bringt sie in Zusammenhang. Gleich grosse, wichtige Verdienste erwarb er sich um die Ausbildung der analytischen Chemie, um die Begründung der Lehre von den chemischen Proportionen, und um ihre Anwendung in andern mit der Chemie zusammenhängenden Wissenschaften, um die Erkenntniss der electrochemischen Verhältnisse, um die organische Chemie im Ganzen, deren Substanzen er mit Genauigkeit erforschen lehrte, um die Entdeckung vieler und die genauere Bearbeitung fast aller Stoffe, welche den Gegenstand der Chemie ausmachen.

Von denjenigen Chemikern, welche neben Berzelius aus der Gegenwart als die vorzüglichsten Repräsentanten selbstständiger

*) geb. 1779 in Ost-Gothland, gest. 1848 in Stockholm.

Richtungen in unserer Wissenschaft, als die berühmtesten Chemiker unserer Zeit zu nennen sind, brachten wir hier noch: Faraday, Dumas und Liebig.

M. Faraday, geboren 1791 in Niwington bei London, ist einer der berühmtesten englischen Chemiker und Physiker. Sein Ruhm und Einfluss auf unsere Wissenschaft beruht auf Arbeiten sehr verschiedener Art. Bald physikalisch-chemischen Forschungen sich hingebend und mit seltener Ausdauer einer längeren Reihe von Jahren die wichtigsten Resultate daraus ableitend, bald, namentlich in früherer Zeit, rein chemische Gegenstände seiner Untersuchung unterwerfend, hat er in beiden Richtungen die glänzendsten Entdeckungen ans Licht gebracht.

Besonders hervorzuheben sind seine beiden grossartigen Entdeckungen: 1) 1831 die Entdeckung der Inductionsströme, welche in einem stromleeren Drahte durch den Einfluss eines electrischen Stromes hervorgerufen werden, und 2) 1845 die Entdeckung des sogenannten Diamagnetismus und die Einwirkung eines Magnets oder electrischen Stroms auf das polarisirte Licht. Von Wichtigkeit sind auch seine übrigen experimentellen Untersuchungen über die Electricität, z. B. die Nachweisung, dass die Zersetzung der Körper stets im Verhältniss der chemischen Aequivalente und proportional der hindurch gegangenen Electricitätsmenge geschieht u. a. m.

Dumas, geboren 1800 zu Allais; ist einer der fleissigsten Chemiker und hat fast auf jeden einzelnen Zweig der organischen und auf viele einzelne Gegenstände der unorganischen Chemie seine Untersuchungen ausgedehnt, von denen jede derselben von Wichtigkeit ist. Ausgezeichnete Resultate gab seine Arbeit 1826 über das specifische Gewicht von vielen Körpern im Dampfzustande. Mit Pelletier untersuchte er 1823 die organischen Salzbasen und bestimmte die Zusammensetzung einer grösseren Anzahl dieser Körper mit mehr Genauigkeit, als diess vor ihm geschehen war, er bewies die Analogie der aus dem Holzgeist abzuleitenden Verbindungen mit dem Weingeist und den daraus zu erhaltenden Substanzen, und bereicherte die organische Chemie mit einem der reichhaltigsten und für ihre Theorie wichtigsten Kapitel etc. etc.

J. Freiherr von Liebig, geboren 1803 zu Darmstadt, seit 1824 Professor der Chemie zu Giessen, wo er das erste Musterlaboratorium in Deutschland begründete und die kleine Universität zu einem Centralpunkt für das chemische Studium machte, wirkt nunmehr seit 1852 in München.

Um über v. Liebig's Leistungen nur einigermaßen eine Uebersicht zu gewinnen, müsste man das ganze Gebiet der Chemie durch-

gehen; es würde hier zu weit führen, alle einzelnen Untersuchungen auch nur dem Namen nach aufzählen zu wollen. Liebig ist einer der grössten Chemiker aller Zeiten und namentlich als einer der Schöpfer der organischen Chemie zu betrachten.

Liebig's Leistungen beschränken sich nicht auf die Chemie im engeren Sinne; seine darin erlangten Kenntnisse, seine Fähigkeit, einzelne Erfahrungen unter allgemeine Erklärungen zusammenzufassen, leiteten ihn dazu, die Chemie auch zur Auffassung der Erscheinungen anzuwenden, welche anderen Wissenschaften als abgesonderte Gegenstände zugetheilt sind. Die Anwendung der Chemie zur Beantwortung physiologischer Fragen war es besonders, welche ihn beschäftigte. In den Erscheinungen des Pflanzenlebens, in den Vorgängen des thierischen Organismus die Erscheinungen zu bestimmen, welche auf chemischer Action beruhen und die Anwendbarkeit der Chemie, zur Erklärung dieser Vorgänge und Erscheinungen nachzuweisen, war eine Aufgabe, deren Lösung anzuregen, sein Combinationsvermögen, seine Kenntniss der Wirksamkeit chemischer Kräfte besonders berufen war. Er suchte das Materielle in den Bedingungen zu ermitteln, welche zu der Entwicklung der Pflanzen nothwendig sind und zu erforschen, in welchen Verbindungen diejenigen Substanzen den Pflanzen dargeboten werden müssen, durch deren Aufnahme diese sich entwickeln; er suchte die Resultate dieser Untersuchungen mit den Ergebnissen in Zusammenhang zu bringen, welche die Empirie bei dem Ackerbau, bei der Cultur der Pflanzen überhaupt dargethan hat; er suchte den Erfahrungen der Agricultur auf diese Art theoretische Grundlagen zu bereiten, welche dann auf jenen Gewerbszweig fördernd rückwirken können, die Unternehmungen darin von einem blossen Probiren zu einem Ausführen der Folgerungen, welche sich auf constatirten Fundamentalsätzen ableiten, erhebend. Den Einfluss, welchen die verschiedenen landwirthschaftlichen Operationen auf den Boden, die Wirkung, welche die Zusammensetzung des Bodens auf das Gedeihen der Pflanzen ausübt, suchte er genauer nachzuweisen und für die zahlreichen einzelnen Beobachtungen, welche zerstreut vorlagen und die er durch neue vermehrte, allgemeine Gesichtspuncte zu gewinnen. Dieselbe Untersuchungsweise dehnte er zugleich auf die Thierphysiologie aus und suchte die Entstehung der Gebilde des Körpers aus den Bestandtheilen der Nahrungsmittel, die Umwandlung, welche die letzteren bei ihrem Uebergang in die ersteren erleiden, den Antheil, welche die Nahrung an den Lebensfunctionen der Respiration z. B. hat, den Zusammenhang zwischen dem Stoffwechsel und der Krafterzeugung u. s. w. nach chemischen Grundsätzen zu erklären.

So sind wir endlich bis auf die Gegenwart gelangt und unverändert beibehalten ist noch der Grundgedanke, auf welchen sich Lavoisier's theoretische Ansichten stützten; noch ist die quantitative Forschungsweise die leitende Richtung, welche alle Chemiker befolgen, wenn auch manche seiner Theorien bestritten und widerlegt worden.

Wenn es wahr ist, dass unsere jetzige Untersuchungsweise im Princip nichts Fehlerhaftes enthält, so ist es unwahrscheinlich, dass aus der Chemie selbst die Nothwendigkeit, ein neues Zeitalter zu datiren, entspringen wird.

Die Zusätze, welche die Chemie durch solche neue Betrachtungsweisen erhält, können die Erkenntniss einzelner Theile der Chemie vermehren und beträchtlich anders erscheinen lassen, aber der Totalzustand der Chemie verändert sich nicht.

Es erscheint sonach weniger in Aussicht stehend, dass ein neues Zeitalter der Chemie durch Wechsel der leitenden Forschungsmethode, oder durch Entwicklung einer neuen Betrachtungsweise, die nur aus der Chemie hervorginge, eintreten wird, als dass vielmehr eine neue Periode der Chemie sich dadurch datiren wird, dass aus einer andern Wissenschaft ihr Gegenstände der Forschung zukommen, dass sie mit einer anderen Wissenschaft sich verschmilzt und das Charakteristische dieser zum Theil annehmend, selbst einen andern Charakter erhält.

Alphabetisches Register.

	Seite.		Seite.
Absorbirbarkeit	14	Alkohol dehydrogenatus	304
Absorptionskraft der Kohle	70	Alumen ustum	138
Acetyl	307	Allotropie	69
Acetylaldehyd	308	Allyl	274
Acetylsäure	308. 324	Allylsulphocyanyr	274
Aconitsäure	226	Aluminium	135
Aepfelsäure	224	Amalgame	22
Aequivalentgewicht	28	Ameisensäure	237
Aether	301	Ametalle	22
Aethyl-Alkohol-Schema	306	Amidbasen	245
Aethyl-Amin	246	Amide	232
Aethyloxyd	300	Ammoniak	86
„ essigsaures	302	Ammonium	86
„ salpetersaures	303	Ammoniumsalze	87
„ salpeterigsaures	303	Amphidsalze	53
„ schwefelsaures	302	Amygdalin	272
Aetzkali	109	Amylalkohol	306
Affinität	6	Amylamin	264
Aggregatzustand	5	Amylum	255
Alabaster	132	Anhydrit	132
Alaun	137	Anilin	247
Alaunbeize	137	Anthracit	76
Albumin	284	Antichlor	132
Aldehyd des Aethyl-Alkohols	304	Antidotum arsenici	194
Aldehyde, Begriffsentwicklung	304	Antimon	179
Alizarin	292	Antimonbutter	182
Alkaligehalt der Soda	119	Antimonchlorid	183
Alkalien	49	Antimonchlorür	182
Alkalimetalle	23	Antimonglanz	183
Alkaloide	243	Antimonige Säure	181
Alkohol	295	Antimonoxyd	181
Alkoholate	296	Antimonoxyd-Kali, weinsanres	182

	Seite.		Seite.
Antimonoxydsalze, Charakteristik	183	Bittererde	133
Antimonsäure	181	Bittermandelöl	272
Anzündungstemperatur	61	Bittersalz	135
Arabin	258	Bitterwässer	66
Argentan	190	Blauholz	282
Arsen	190	Blausäure	88
„ weisser	191	Blei	160
Arsenige Säure	191	Bleichkalk	132
Arsensäure	192	Bleichlorid	166
Asphalt	277	Bleiessig	166
Assamar	280	Bleiglanz	160
Atmosphäre	78	Bleiglätte	163
Auripigment	192	Bleihyperoxyd	163
Auflösbarkeit	12	Bleijodid	167
Atropin	249	Bleioxyd	163
Backkohlen	75	„ essigsaures, einfach	165
Balsame	275	„ „ drittel	166
Barium	125	„ „ halb	166
Bariumhyperoxyd	126	„ chromsaures, basisch	212
Bariumoxyd	125	„ „ neutrales	212
Baryt chlorsaure	127	„ kohlsaures	165
„ kohlensaure	126	„ phosphorsaures	166
„ salpetersaure	127	Bleisalze, Kennzeichen	167
„ schwefelsaure	126	Bleisäure	163
Bassorin	259	Bleisuboxyd	162
Basen	48	Bleiweiss	165
„ organische	243	Bleizucker	165
Basicität der Säuren	47	Blut	285
Benzamid	232	Blutlaugensalz, gelbes	150
Benzin	232	„ rothes	152
Benzoësäure	231. 233	Blutkohle	71
Benzol	233	Bor	106
Benzoyl	232	Borax	107
Benzoylhydrür	272	Borneokampfer	270
Benzoylwasserstoff	272	Borsäure	106
Beobachtungen	8	Borsaure Salze	107
Bergtheer	277	Branntwein	299
Berlinerblau	151	Brasilienholz	282
Bernstein	276	Brauneisenstein	141
Bernsteinsäure	237	Braunkohlen	75
Beryllium	140	Braunstein	210
Bier	297	Brechweinstein	182

	Seite.		Seite.
Brom	96	Chlorsäure	92
Brombenzoyl	232	Chlorsilber	199
Brunnenwasser	66	Chlorstrontium	128
Butter	262	Chlorwasserstoffsäure	92
Butylamin	246	Chlorwismuth, dreifach	186
Butylalkohol	306	Chlorzink	172
Cadmium	172	Chlorzinn	177
„ -Oxyd	173	Choleinsänre	241
„ „ -Salze	173	Cholsäure	241
Caesium	125	Chrom	211
Caffein	249	Chromoxyd	211
Calomel	198	Chromogene	279
Calcium	129	Chromoxydul	211
Caramel	252	Chromsäure	211
Casein	285	Citronensäure	225
Cellulose	249	Cochennille	283
Ceraïn	263	Cohäsionskraft	5
Cerium	140	Cölestin	128
Chemie	6	Contactwirkung	68
Chemisch-negativ	20	Colcothar	145
„ -positiv	20	Cumidin	247
Chilisalpeter	121	Cyan	87
Chinin	248	Cyankalium	88
Chlor	90	Cyanwasserstoffsäure	88
Chloral	305	Davy'sche Sicherheitslampe	74
Chlorammonium	94	Destillata ascendens	17
Chlorantimon	182	„ descendens	17
Chloroform	305	„ transversa	17
Chlorbarium	127	Destillation, trockene	304
Chlorblei	196	Diamant	69
Chlorhydrat	93	Diastase	297
Chloride	94	Didym	140
Chlorige Säure	92	Drachenblut	376
Chlorüre	94	Eichengerbsäure	229
Chlorkalium	114	Eigenschaften, chemische	12
Chlorkalk	132	„ physische	9
Chlorkupfer	159	Eisen	141
Chlormagnesium	134	Eisenchlorid	153
Chlornatrium	124	Eisenchlorür	153
Chlorplatin	207	Eisencyanid	149
Chloroform	305	Eisencyanür	149
Chlorophyll	283	Eisenoxyd	145

	Seite.		Seite.
Eisenoxydhydrat	145	Gährung	293
Eisenoxydoxydul	146	Gährungstheorie	288
Eisenoxydsalze	148	Gährungswidrige Mittel	291
Eisenoxydul	144	Gallussäure	228
„ kohlensaures	147	Galmei	168
„ schwefelsaures	147	Gase permanente	229
Eisensäure	146	Gelbholz	283
Eisenvitriol	147	Gerberei	231
Eiweiss	284	Gewicht, absolutes	11
Electro-negativ	20	„ specifisches	11
„ -positiv	20	Glas	123
Elemente	24	Glaubersalz	121
Entdeckung des Arseniks bei Ver- giftungsfällen	193	Glycium	140
Erbium	140	Gold	207
Erden, alkalische	49	Goldchlorid	204
„ reine	49	Goldpurpur	209
Essiggährung	307	Graphit	70
Essigsäure	234	Gravitation	5
„ wasserfreie	235	Grubengas	74
Essigsaure Salze	235	Gummi	258
Eupion	313	Gummiharze	277
Experimente	8	Gummilack	276
Extractivstoffe	278	Gusseisen	142
Fäulniss	289	Gutta-Percha	277
Farbstoffe	274	Gyps	132
Färberröthe	262	Haloïde	53
Feldspath	138	Haloïdsalze	53
Ferment	289	Halydrat	54
Fernambukholz	282	„ -Wasser	54
Ferridcyankalium	152	Hammerschlag	143
Ferrocyan	150	Hanf	250
Ferrocyankalium	150	Harnsäure	238
Fette	259	Harnstoff	249
Fibrin	285	Harze	275
Flachs	250	Hippursäure	238
Fluor	96	Hirschhornsalz	87
Fluorsilicium	97	Höllenstein	203
Fluorwasserstoffsäure	96	Holzessig	312
Flusswasser	67	Holzgeist	310
Fructzucker	254	Hornmetalle	93
Fumarsäure	225	Hydrat	53
		Hydrothionsäure	101

	Seite.		Seite.
Hyoscyamin	249	Kalkhydrat	129
Hyperchloride	94	Kampecheholz	282
Imidbasen	245	Kaolin	138
Indigoblau	280	Karatirung gemischte	209
Indigoweiss	381	„ rothe	209
Inulin	257	„ weisse	209
Iridium	207	Kautschuk	276
Isomerie	220	Katalyse	25
Javelli'sche Lauge	113	Kiesel	107
Jod	94	Kieselfeuchtigkeit	114
Jodäthyl	249	Kieselsäure	107
Jodblei	167	Kleesäure	222
Jodkalium	115	Knallsilber, Bertholot's	202
Jodtinctur	95	Knoblauchöl	274
Jodwasserstoff	95	Kobalt	187
Käsestoff	285	Kobaltoxyd	188
Kaliumeisencyanür	150	Kobaltoxydul	188
Kali	109	„ salpetersaures	188
„ antimonsaures	181	Kobaltoxydul-Kali, kieselsaures	189
„ blausaures	150	Kochsalz	124
„ „ rothes	152	Körper, amorphe	9
„ chlorsaures	113	„ dimorphe	9
„ chromsaures doppelt	212	„ heterogene	4
„ „ einfach	212	„ homogene	4
„ kohlensaures	111	„ homologe	221
„ salpetersaures	111	„ hygrometrische	15
„ schwefelsaures	114	„ hygroskopische	15
„ unterchlorigsaures	112	„ isomorphe	9
Kalihydrat	109	Kohlenhydrate	251
Kalilauge	100	Kohlenoxydgas	71
Kalisalze	110	Kohlensäure	72
Kalischwefelleber	116	Kohlenstoff	69
Kalium	109	Kohlenwasserstoff, leichter	74
Kalkerde	129	„ schwerer	73
Kalk, gebrannter	131	Kolophonium	276
„ hydraulischer	130	Krapp	382
„ kohlensaurer	131	Kreatin	249
„ magerer	130	Kreosot	312
„ phosphorsaurer	132	Krystall	9
„ schwefelsaurer	132	„ -Wasser	53
„ unterchlorigsaurer	132	Kupfer	153
„ zerfallener	129	Kupferchlorid	159

	Seite.		Seite.
Kupferchlorür	159	Mennige	164
Kupfergifte	155	Mercurius dulcis	198
Kupferglanz	159	Messing	160
Kupferindigo	159	Metalle	21
Kupferoxyd, arsenigsaures	158	„ edle	21
„ essigsaures	158	„ der Alkalien	23
„ salpetersaures	158	„ „ alkalischen Erden	23
„ schwefelsaures	157	„ „ reinen Erden	23
Kupferoxydsalze	156	„ leichte	21
Kupferoxydul	155	„ magnetische	144
Kupferoxydulsalze	156	„ schwere	21
Kupferstein	153	Metallbutter	93
Kupfervitriol	157	Metallöle	93
Lacke	280	Metalloxyde, schwere	50
Lack-Lack	283	Metallsäuren	46
Lactine	254	Metamerie	221
Lanthan	140	Metantimonsäure	182
Legirung	22	Metaphosphorsäure	105
Legumin	285	Metazinnsäure	176
Leuchtgas	73	Meth	297
Leuchtgasfabrikation	77	Methyl-Alkohol	310
Lichenin	257	„ dessen Ableitung	311
Lithensäure	238	Methylamin	246
Lithium	124	Milch	286
Luft, Analyse derselben	80	Milchzucker	254
„ atmosphärische	78	Mineralsäuren	46
Magnesia	133	Mineralwasser	66
„ alba	135	Mischungsgewichte	28
„ kohlensaure	134	Mischungsgewichtszahlen	30
„ schwefelsaure	135	Molybdän	212
„ usta	134	Morphin	249
Magnesium	133	Musivgold	177
Magneteisen	141	Myricin	263
Malz	297	Naphtalin	313
Mangan	210	Natron	118
„ -Chlorür	211	„ borsaures	122
„ -Oxydul, schwefelsaures	211	„ kohlensaures	117
„ -Oxyduloxyd	211	„ salpetersaures	121
„ -Superoxyd	210	„ schwefeligsaures	122
Marmor	131	„ schwefelsaures	121
Mastix	276	Natronhydrat	117
Meerwasser	60	Natronsalze	117

	Seite.		Seite.
Naturbeschreibung	1	Platin	204
Naturlehre	1	Platinchlorid	207
Neusilber	190	Platinoxyd	206
Nichtmetalle	22	Platinoxydul	206
Nichtmetallsäuren	46	Platinschwamm	205
Nicotin	248	Platinschwarz	205
Nickel	189	Polymerie	220
Nickelocker	189	Porzellan	139
Nickeloxydul	190	Präcipitat, rothes	196
Niobium	213	Präcipitirbarkeit	14
Nitrilbasen	245	Propylamin	246
Öle, ätherische	264	Proteinstoffe	284
„ „ sauerstofffreie	268	Pyrophosphorsäure	105
„ „ sauerstoffhaltige	269	Quecksilber	194
„ „ schwefelhaltige	274	Quecksilberchlorid	199
„ „ Verfälschungen	267	Quecksilberchlorür	198
„ „ derselben	267	Quecksilberjodid	199
„ fette	260	Quecksilberoxyd	196
Operment	192	„ salpetersaures	198
Osmium	207	„ schwefelsaures	198
Oxalsäure	222	Quecksilberoxydsalze, Charakte- ristik	197
Oxydirbarkeit	17	Quecksilberoxydul	195
Ozon	68	„ -Salze	196
Packfongs	190	Quecksilbersublimat, ätzendes	199
Palladium	207	Quellwasser	66
Paraffin	313	Radicale, zusammengesetzte	218
Pariserblau	313	Rauschgelb	192
Pflanzenfaser	249	Rauschroth	192
Pflanzenschleim	250	Realgar	192
Pharmaceutische Berechnungen	33	Rechnungsbeispiele aus der phar- maceutischen Praxis	33
Phosphor	103	Reducirbarkeit	18
Phosphor amorpher	104	Reductionsmittel	18
Phosphorige Säure	105	Regenwasser	67
Phosphoroxyd	104	Rhodium	207
Phosphorsäure	105	Roheisen	142
„ einbasische	105	Rohrzucker	252
„ dreibasische	105	Rotheisenstein	141
„ zweibasische	105	Rubidium	125
Phosphorsaure Salze	105	Ruthenium	207
Phosphorwasserstoffe	106	Säuren	45
Pigmente	279		
Pinksalz	176		

	Seite.		Seite.
Säuren einbasische	47	Schwefelkohlenstoff	75
„ dreibasische	47	„ -Kupfer	153
„ zweibasische	47	„ -Leber	98
„ organische	46. 222	„ -Milch	97
Saffor	189	„ -Salze	52
Saftgrün	283	„ -Säure, englische	100
Salmiak	94	„ „ rauchende	100
Salpeter	111	„ -Wasserstoff	101
Salpeterige Säure	82	„ -Wismuth	187
Salpetersäure	83	„ -Zink	171
„ Wirkung auf orga-		„ -Zinn	177
„ nische Stoffe	84	Schwerkraft	5
Salpetersaure Salze	85	Seifen	263
Salzbasen	49	Seignettesalz	228
Salzbilder	53	Selen	108
Salze	51	Selensalze	52
„ basische	52	Senföl	274
„ neutrale	52	Silber	199
„ saure	52	Silberglanz	199
Salzsäure	92	„ -Hornerz	200
Sandkohlen	75	„ -Oxyd	201
Sassolin	122	„ „ salpetersaures	203
Sauerkleesalz	224	„ „ schwefelsaures	203
Sauerkleesäure	222	„ -Oxydsalze	202
Sauerstoff	57	„ -Oxydul	201
„ -Säure	45	Silicium	108
Sauerstoffsalze	52	Smalte	180
Schiesspulver	112	Sinterkohlen	75
Schmelzbarkeit	16	Soda	118
Schneewasser	67	Solanin	249
Schwarzer Fluss	18	Spatheisenstein	141
Schwarzkupfer	154	Spiräaöl	273
Schwefelantimon	183	Stabeisen	142
Schwefelarsenik	192	Stahl	43
„ -Balsam	98	Stärkemehl	255
„ -Blei	167	Stearinsäure	338
„ -Blumen	97	Steinkohlen	75
„ -Cadmium	173	Steinzeug	139
„ -Eisen	149	Stibium	179
„ -Gold	210	Stickstoff	78
„ ige Säure	98	Stickstoffoxyd	82
„ -Kalium	116	Stickstoffoxydul	82

	Seite.		Seite.
Stöchiometrie	28	Verdampfung	63
Strychnin	249	Verdunstung	63
Strontian	127	Verhalten der Körper zur Elec-	
„ kohlensaurer	128	tricität	11
„ salpetersaurer	128	Verhalten der Körper zum Lichte	10
„ schwefelsaurer	128	„ „ „ zur Wärme	11
Strontianit	128	Vermoderung	291
Strontium	127	Versuche	8
Strontiumhyperoxyd	128	Verwesung	260
Sublimat	16	Verwittern	15
Sulfan	48	Viscin	277
Tantal	213	Vitriol, blauer	157
Tellur	108	„ grüner	147
Tellursalze	52	„ weisser	171
Terbium	140	Vitriolöl	100
Terpentin	276	Wärme latente	5
Thallium	125	Wahlverwandtschaft einfache	27
Thon	138	„ doppelte	27
Thonerde	135	„ prädisponirende	
Thorium	140	Waid	281
Thran	262	Wasser	63
Titan	213	Wasserglas	144
Toluidin	247	Wasserstoff	61
Tomback	160	Wasserstoffhyperoxyd	67
Traubenzucker	253	Wasserstoffsäuren	45
Turbith mineralischer	189	Wasserstoffsalze	52
Ueberchlorsäure	92	Wau	283
Unterchlorige Säure	92	Weihrauch	276
Unterchlorigsaure Salze	92	Wein	296
Unterchlorsäure	92	Weingeist	294
Unterphosphorige Säure	104	Weinsäure	226
Uran	210	Weinstein	226
Uranoxydhydrat	210	Weiss-Spiessglanzerz	281
Uranoxydul	210	Wismuth	184
Vanadin	213	Wismuthglanz	187
Verbindungen der I. Ordnung	25	Wismuthoxyd	185
„ „ II. „	26	„ salpetersaures	186
„ „ III. „	26	Wismthoxydsalze	186
„ „ IV. „	26	Wismuthsäure	186
Verbrennbarkeit	17	Wismuthoxydul	185
Verbrennung	59	Wismuth-Verbindungen, Charak-	
Verbrennungstemperatur	61	teristik	187

	Seite.
Zinkvitriol	171
Wolfram	212
Würze	297
Xylidin	247
Yttrium	140
Zaffer	189
Zerfliessen	15
Ziegeln	139
Zink	167
Zinkblende	168
Zinkoxyd	170
„ schwefelsaures	171
Zinkoxydsalze	171

	Seite.
Zinn	173
Zinnkies	173
Zinnfolie	174
Zinnober	144
Zinnoxid	176
Zinnoxidsalze	176
Zinnoxidul	176
Zinnoxidulsalze	178
Zinnsäure	176
Zinnstein	173
Zirkonium	140
Zucker	251



Ruchte, Sebastian,

Grundriss der Chemie ein Leitfaden für den Unterricht an Gewerbeschulen
und verwandten Lehranstalten ; unter Berücksichtigung der Bestimmungen der
Schulordnung für die technischen Lehranstalten

Rosenheim 1866

Chem. 261 o

urn:nbn:de:bvb:12-bsb10073680-1